

french / svensen
**dibujo
técnico**

instrumentos
ejecución / ejercicios



Libros de Joe

Descarga mas libros en:

<http://librosdejoe.blogspot.com>

o busca en la web:

librosdejoe

DIBUJO TÉCNICO

Ediciones G. GILI, S.A.

México 12 D.F. Prol. Amores, 2027. Tel. 5-24-03-81

Barcelona-29 Rosellón, 87-89. Tel. 259 14 00

Madrid-6 Alcántara, 21. Tel. 401 17 02

Vigo Marqués de Valladares, 47, 1.º. Tel. 21 21 36

Bilbao-2 Carretera de Larrasquitu, 20. Tel. 432 93 07

Sevilla-11 Madre Ráfols, 17. Tel. 45 10 30

1064 Buenos Aires Cochabamba, 154-158. Tel. 361 99 88

Bogotá Diagonal 45 N.º 16 B-11. Tel. 245 67 60

Santiago de Chile Santa Victoria, 151. Tel. 22 45 67

Distribuidor exclusivo en Brasil

São Paulo Editora Técnica J. Catalán, S. A.

DIBUJO TÉCNICO

por

THOMAS E. FRENCH

y

CARL L. SVENSEN

4.ª tirada

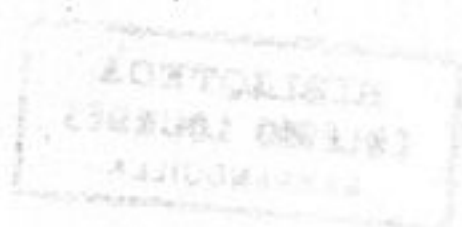
GG

EDICIONES G. GILI, S.A.

MEXICO, D.F. 1981

Versión autorizada de la obra «MECHANICAL DRAWING»
publicada por McGraw-Hill Book Company, Inc., New York

Traducción de E. G. G.



© Editorial Gustavo Gili, S. A.

ISBN: 968-6085-30 0

Impreso en los talleres de EDIMEX, S. A.
Calle 3, núm. 9, Naucalpan, Edo. de México
La edición consta de 3 000 ejemplares

Prólogo

Esta obra se ha beneficiado de las sucesivas mejoras introducidas en su redacción y en su ilustración, a través de seis ediciones en los Estados Unidos. Los autores han ido efectuando numerosos cambios, que ayudarán tanto al profesor como al estudiante. El texto ha sido revisado y refundido totalmente, y contiene mucho material inédito, incluyendo nuevos capítulos.

Hay más de mil ilustraciones en el libro; muchas de las antiguas han sido reemplazadas y unas doscientas son nuevas. El formato a doble columna facilita una más próxima colocación de las figuras a sus textos de referencia.

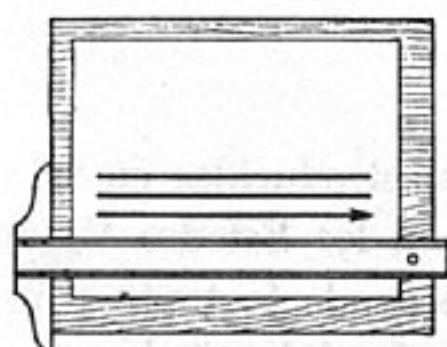
Al final de los capítulos 2 a 23 se encuentran listas para la selección de los problemas del capítulo 24. Estas listas constituyen sugerencias para ayudar al profesor a organizar su curso y asignar problemas de acuerdo con la capacidad individual de cada estudiante. De los 536 problemas, 135 son nuevos.

Esta edición se ajusta a las mejores normas de inteligibilidad. Se ha procurado evitar los pasajes difíciles en el texto. Los párrafos y frases han sido acortados y simplificados al máximo posible. Normalmente, las palabras técnicas nuevas vienen definidas la primera vez que aparecen. En este libro se ofrece al estudiante la oportunidad de adquirir un vocabulario básico en dibujo técnico.

Los autores escribieron el «Dibujo técnico» para enseñar a los estudiantes a «ver» en tres dimensiones, para desarrollar y fortalecer su imaginación técnica, para pensar con precisión, para leer y escribir el lenguaje de la industria, y para conseguir experiencia en hacer dibujos de fabricación de acuerdo con las prácticas modernas. Éstos siguen siendo los objetivos de la presente versión en lengua española.

Dado el carácter esencialmente didáctico de la obra, no hemos creído necesario, en la versión castellana, convertir a métricas las medidas y normas originales correspondientes al sistema anglosajón. En primer lugar porque nos parece de mucho interés para el estudiante de habla castellana el estar familiarizado con dicho sistema, y en segundo lugar porque casi todo lo que se explica en el libro es válido para cualquier sistema de medidas. Las normas y recomendaciones equivalentes en sistema métrico, cuando el dibujante profesional las requiera en la práctica, las encontrará en cualquier manual de dibujo, o bien tendrá que adaptarse a las particulares de la empresa en que trabaje.

Capítulos

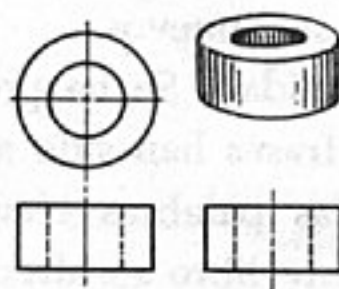


1. *El dibujo como lenguaje* 1

2. *Tecnología del dibujo* 16

3. *Rotulado* 37

4. *Construcciones geométricas* 49



5. *Teoría de la representación de las formas* 60

6. *Dibujo a mano alzada* 74

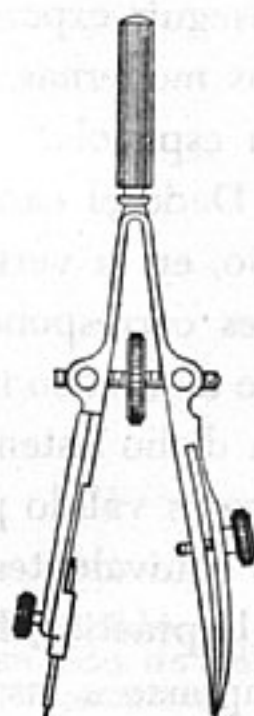
7. *Lectura y ejecución de los dibujos* 87

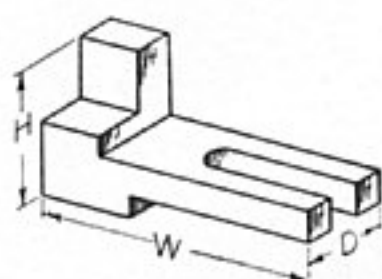
8. *Vistas en sección* 97

9. *Vistas auxiliares y giros* 108

10. *Principios de la determinación de dimensiones* 121

11. *Técnica de acabado del dibujo* 140





12. Tornillos, pernos y otros elementos de unión 153

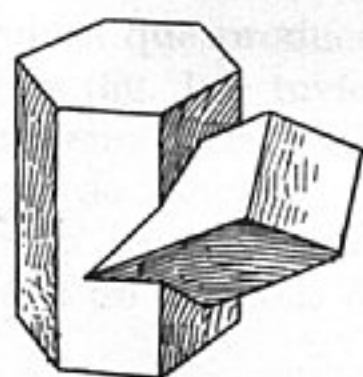
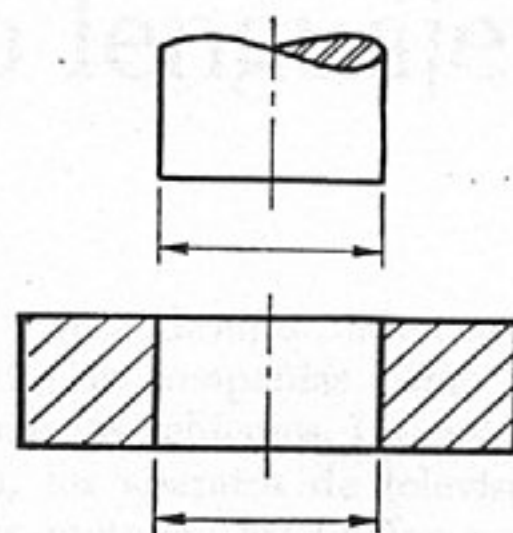
13. Dibujos de taller 172

14. Perspectivas 186

15. Dibujos ilustrativos de fabricación 205

16. Diseño de aviones 215

17. Dibujos de soldadura 235



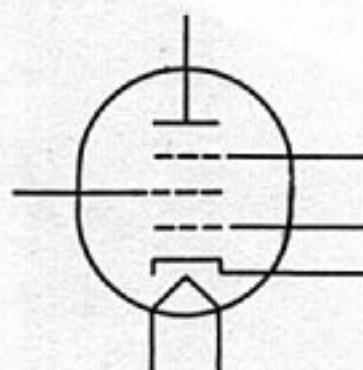
18. Diseños eléctricos 246

19. Levas y engranajes 265

20. Trazados de calderería 277

21. Dibujo arquitectónico 297

22. Dibujo de estructuras 345



23. Dibujo de mapas 353

24. Problemas 357

Apéndice 528

1 El dibujo como lenguaje

1.1 El lenguaje de la industria. Gracias a los dibujos técnicos, las industrias funcionan con fluidez y nos proveen de los bienes que necesitamos. Gracias a la industria se eleva continuamente nuestro nivel de vida (figs. 1-1, 1-2).

Los hombres del siglo XX disfrutan mejor de la vida y se les facilita su tarea, merced al dibujo lineal. Las máquinas que producen nuestros automóviles (fig. 1-3) tuvieron su origen en el esquema trazado en un cuaderno de dibujo de algún ingeniero. Los automóviles, a su vez, toman forma antes que nada en las salas de dibujo de los fa-

bricantes. Estos dibujos muestran al personal de las compañías cómo hay que producir los vehículos. Los aviones a reacción, los aparatos de televisión, las lanchas motoras, los teléfonos, las neveras y tantas otras cosas que usamos a menudo tienen su origen en el tablero de dibujo. Las máquinas nos proporcionan alimentos y vestidos, y las

Fig. 1-1 Un avión a reacción, el Boeing 707. Los proyectistas aeronáuticos y delineantes trazaron los planos de este avión mucho antes de que fuese fabricado. (*Boeing Airplane Company.*)

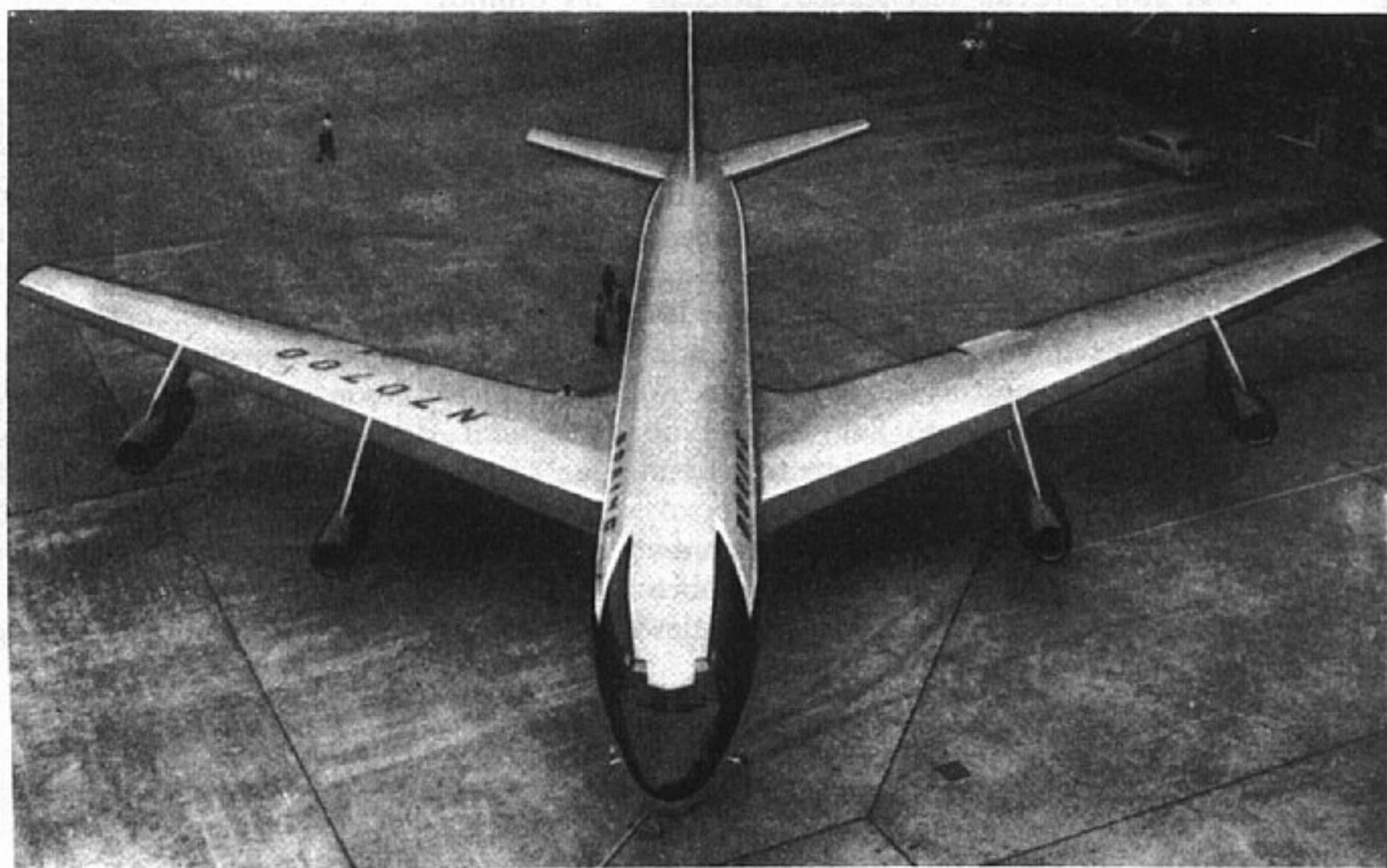




Fig. 1-2 Un tren está compuesto por varios miles de piezas diferentes. Por cada pieza se ha hecho un dibujo. Sería casi imposible construir el tren sin tales dibujos.

máquinas han sido descritas por primera vez, por algún inventor o ingeniero, con ayuda de un dibujo lineal. Los ingenieros civiles proyectan nuestras autopistas, puentes, túneles y aeropuertos. Los ingenieros electrónicos diseñan nuestros aparatos de radio y televisión. Los arquitectos dibujan los planos de los edificios en que trabajamos, de nuestras escuelas y de nuestras casas. El dibujo técnico forma parte de la vida de cada uno de nosotros.

1.2 Un lenguaje gráfico. Ya desde los primeros tiempos el hombre ha trazado dibujos para mostrar a otros lo que tenía en su pensamiento. Sólo los dibujos dan directrices fáciles de seguir por los constructores.

A veces los primitivos constructores hicieron rudimentarios esquemas sobre tablillas de arcilla, algunas de las cuales

se han conservado hasta nuestros días. Es muy probable que también dibujaran planos detallados de sus edificios sobre pergaminos o papiros, pero no se ha encontrado ningún fragmento de tales dibujos.

Los mesopotamios, en el año 2200 antes de Jesucristo, ya usaban materiales para dibujo. La estatua de uno de sus reyes, Gudea (fig. 1-4), lo presenta con el dibujo de un edificio en su túnica.

Los antiguos albañiles egipcios trazaban los planos de las pirámides y otros monumentos sobre papiros, tablas de arcilla (fig. 1-5) y algunas veces sobre madera. Debieron usar grandes escuadras en T, de 2,5 a 3 metros, para trazar sus rectas sobre el terreno en las primeras hiladas de los enormes bloques de piedra. Los marinos de la antigua Grecia y de Roma hacían rudimentarios planos del mundo que ellos

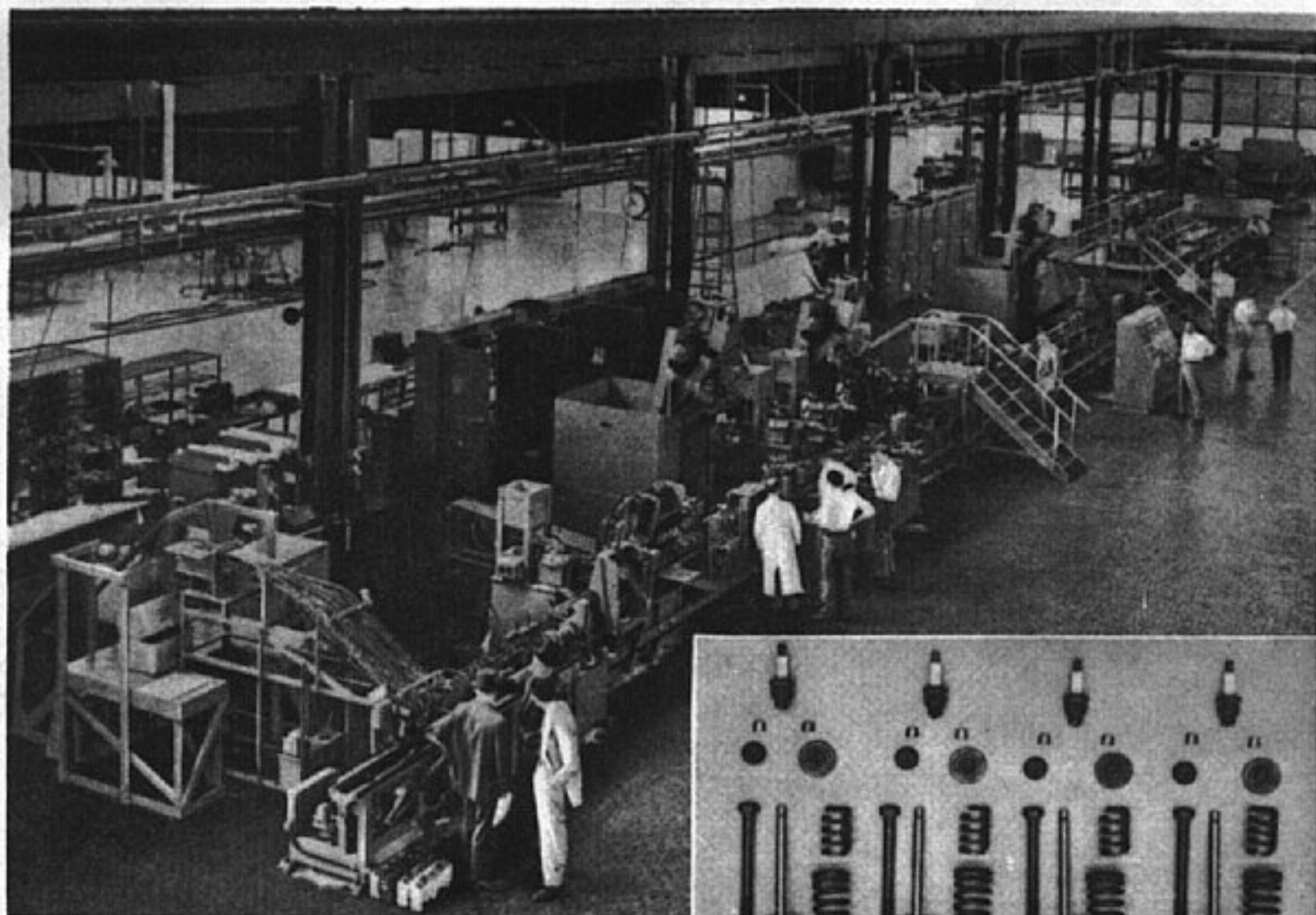
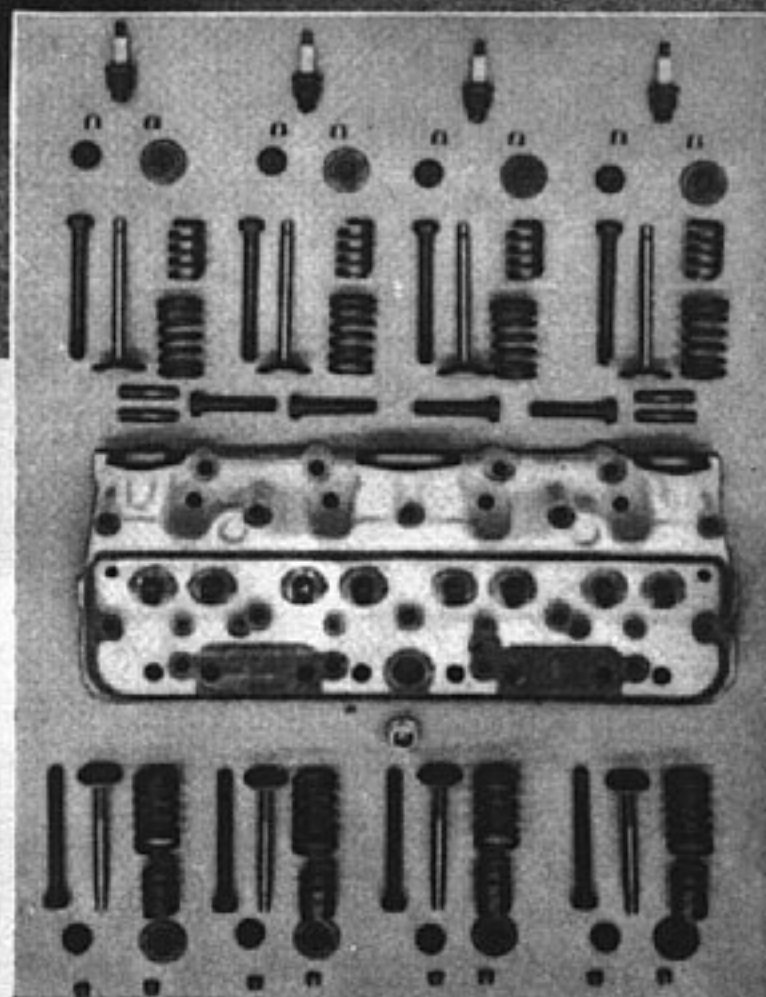


Fig. 1-3 La instalación mostrada en la fotografía superior monta 400 culatas de motor de automóvil V-8 por hora. Se requirieron cientos de dibujos para construir las máquinas. A la derecha, más de 70 piezas componen la culata. Fueron necesarios muchos dibujos para fabricar las piezas y para mostrar su montaje. (Oldsmobile Division, General Motors Corporation.)



conocían. Seguramente fueron los romanos los que hicieron los mejores dibujos técnicos de la Antigüedad, para sus edificios, acueductos (fig. 1-6) y fortificaciones.

Durante siglos el hombre se enfrentó con el problema de dibujar objetos tridimensionales sobre superficies planas. Se presentaba la dificultad de mostrar claramente su longitud, anchura y altura en dibujos de dos dimensiones. Los avances fueron lentos hasta que Leonardo da Vinci, el genio italiano del siglo XV (1452-1519), hizo un estudio

sobre dibujo y pintura. Sus esquemas eran fáciles de comprender (figs. 1-7, 1-8) y durante varios años enseñó a otros sus métodos. Después de su muerte, otros europeos continuaron los estudios de da Vinci, pero sus enseñanzas no fueron publicadas hasta 1651. Entre estos discípulos hubo matemáticos que ensayaron diversas formas para mostrar las dimensiones exactas en sus dibujos. Gradualmente fueron encontrando la

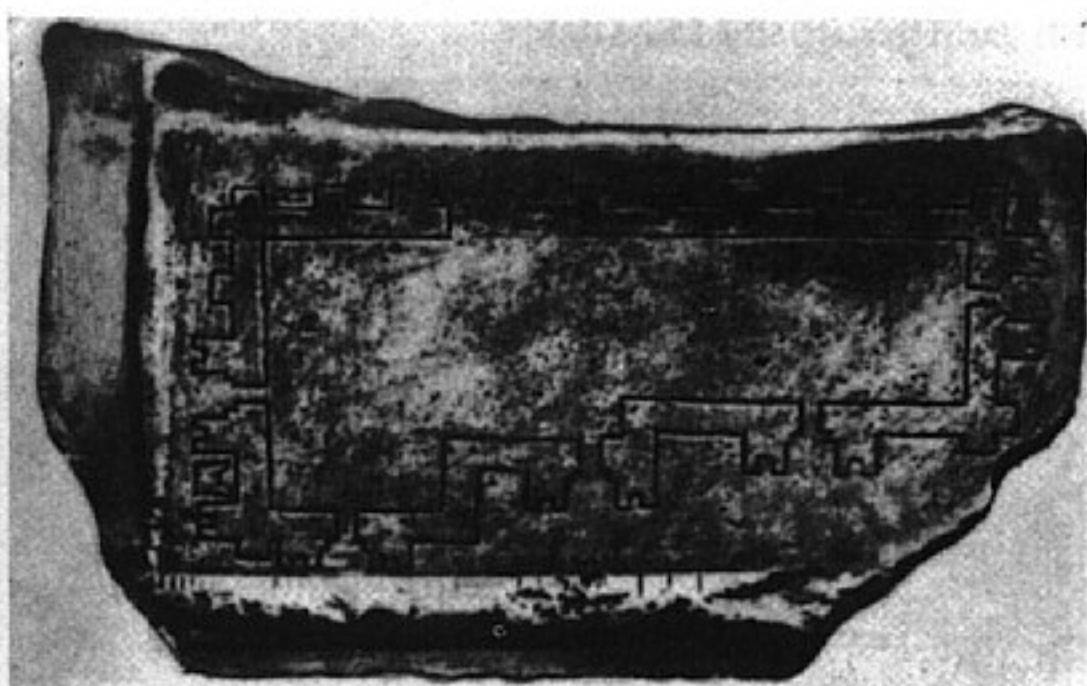


Fig. 1-4 El rey Gudea, a la izquierda, y el dibujo en su túnica, encima. (Según Ernest de Sarzec, *Découvertes en Chaldée*, 1891.)

Fig. 1-5 El plano sobre arcilla de la tumba de un rey egipcio. (Según Clark and Engelbach, *Ancient Egyptian Masonry*.)

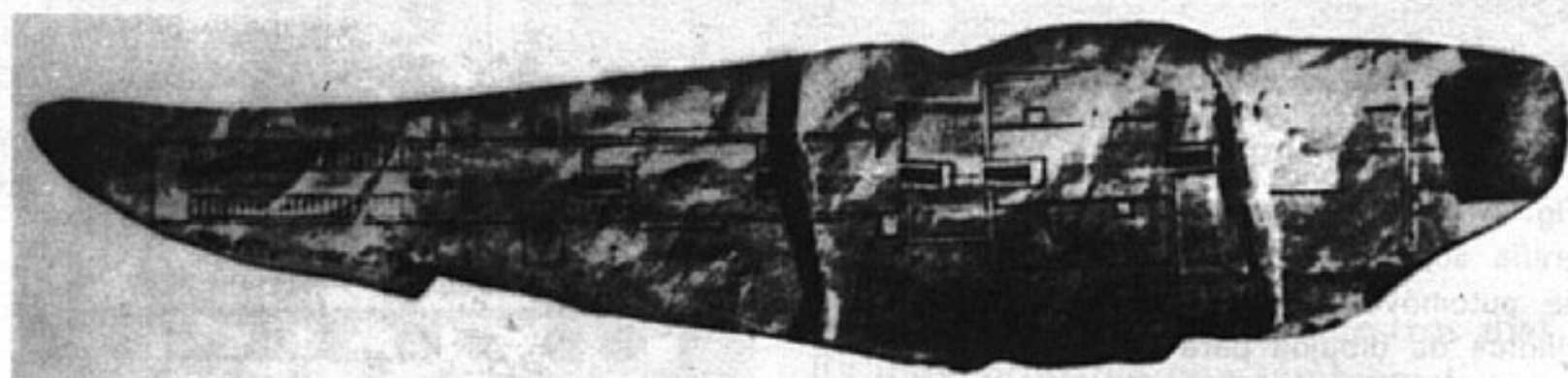


Fig. 1-6 Los ingenieros de la antigua Roma conocían la importancia de los dibujos. El Pont du Gard, cerca de Nîmes, en Francia, es un buen ejemplo de los acueductos que construyeron. (Según T. Schreiber, *Atlas of Classical Antiquities*, 1895.)

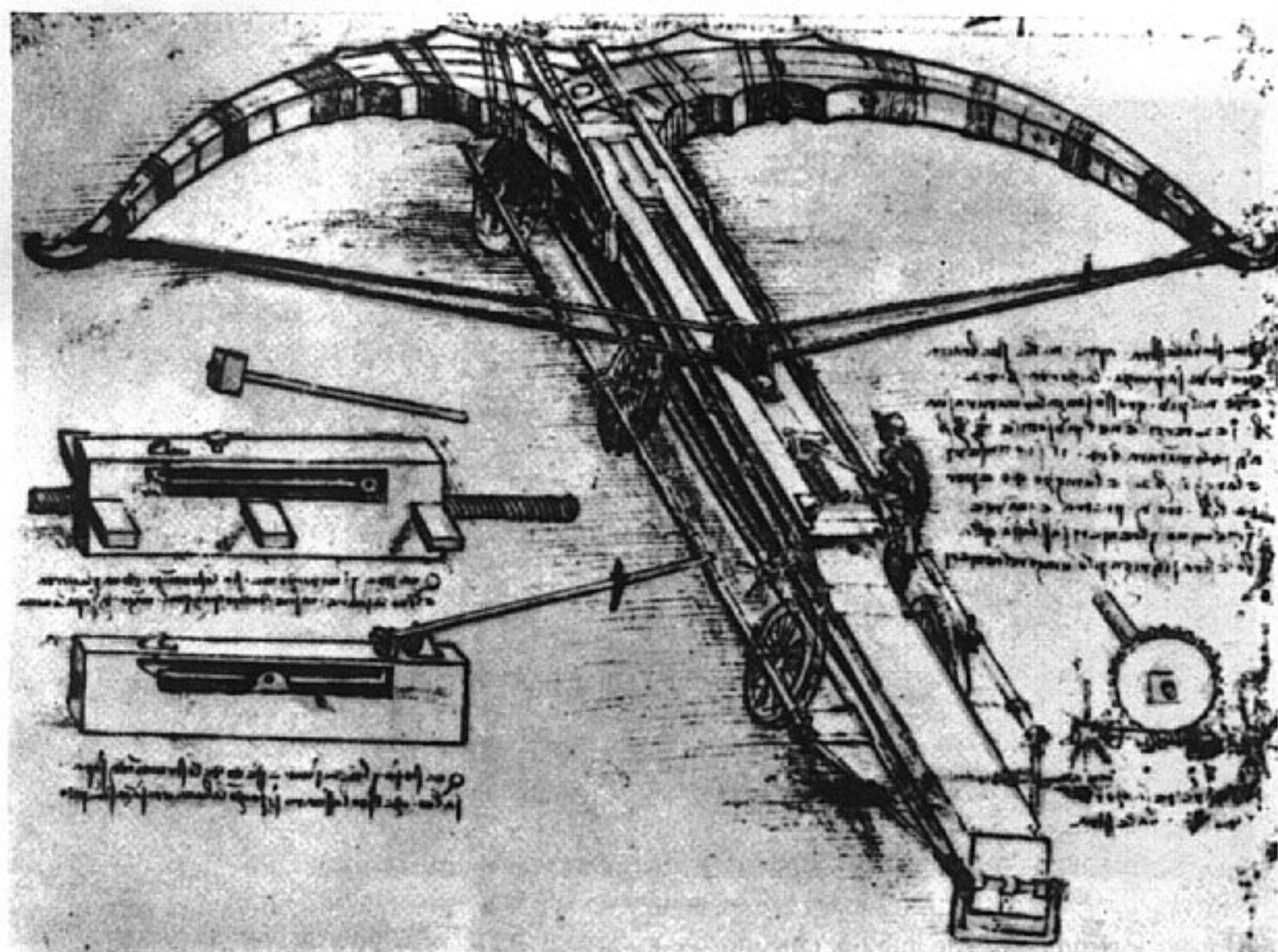


Fig. 1-7 Arriba, un croquis debido a Leonardo da Vinci de una ballesta gigante. Nótese las dos sugerencias indicadas para zafar el mecanismo de disparo. Da Vinci escribía a menudo sus comentarios de derecha a izquierda, como imagen especular de la escritura ordinaria. Con ello procuraba mantener sus ideas lo menos divulgadas posible. (Cedida por Lieb Museum.)

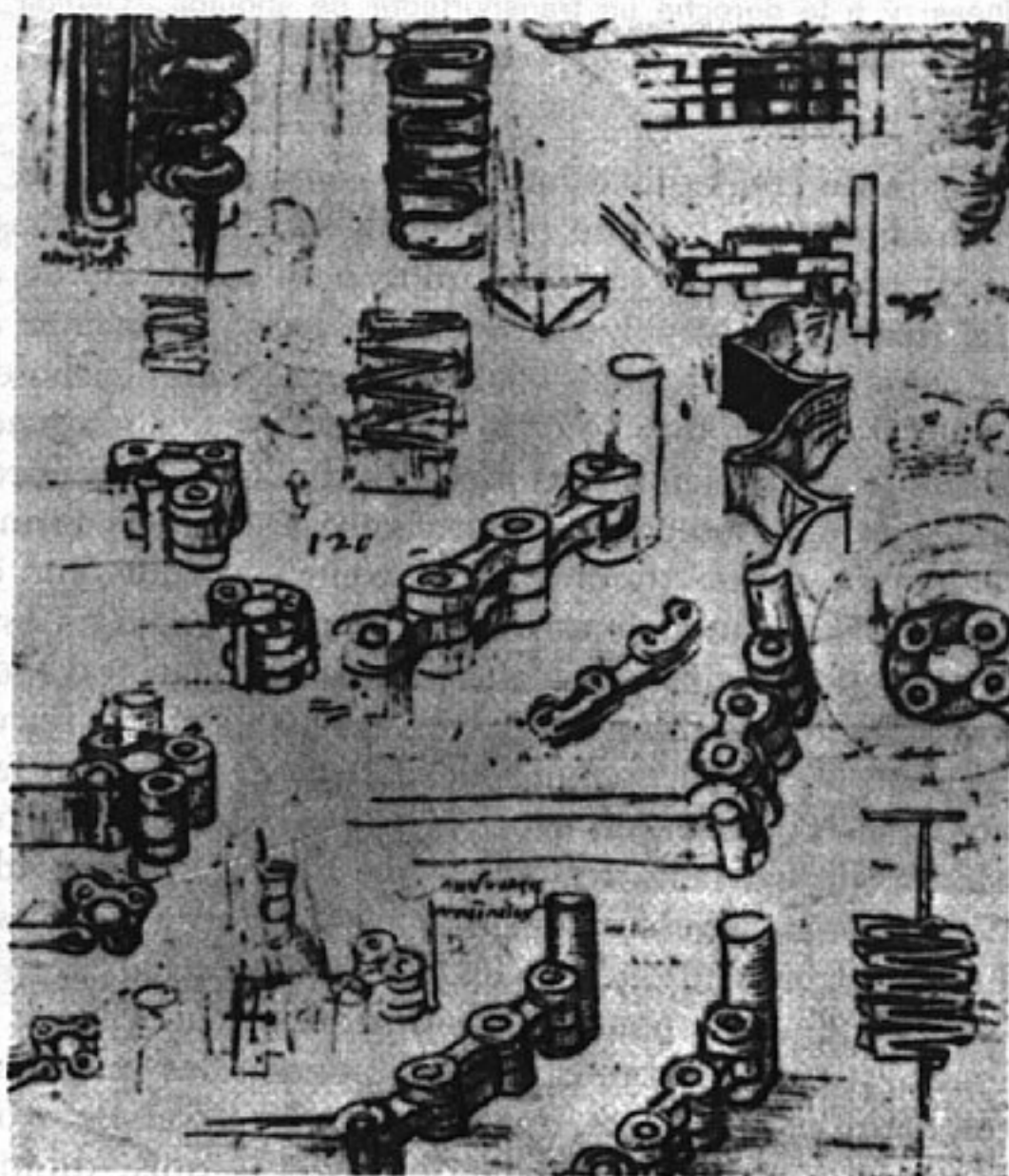


Fig. 1-8 A la derecha, croquis de una cadena articulada, debido a Leonardo da Vinci. Nótese el número de vistas diferentes. (Cedida por Lieb Museum.)

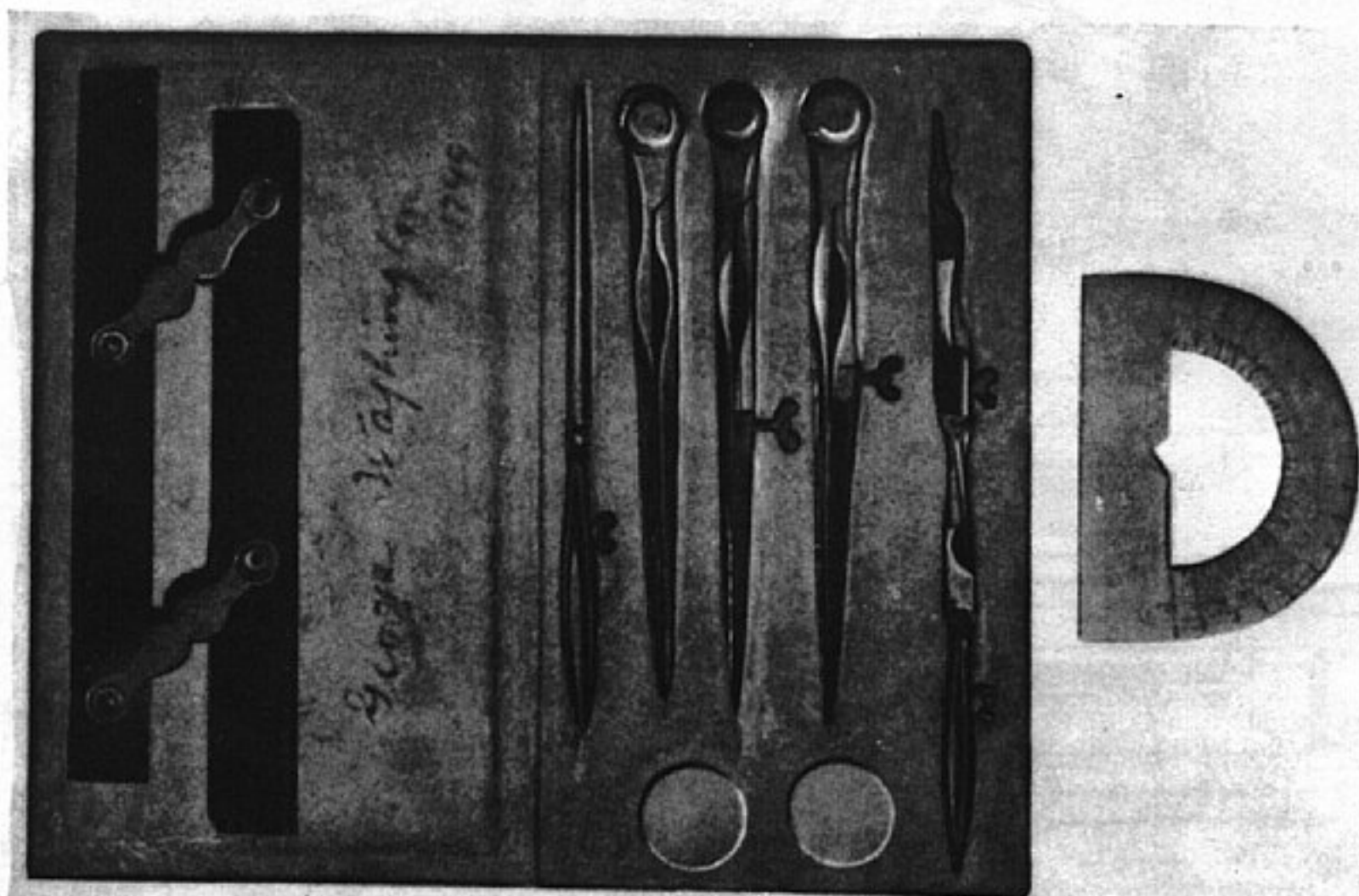


Fig. 1-9 Instrumentos de dibujo de George Washington. A la izquierda vemos un paralelogramo articulado (paralelas), útil para trazar rectas paralelas; en el centro, compases y tiralíneas; y a la derecha un transportador de ángulos. (Cedida por The Mount Vernon Ladies' Association, Mount Vernon, Virginia.)

manera de conseguir dibujos más completos de las cosas que querían hacer. Gaspard Monge (1746-1818), un francés del tiempo de Napoleón, descubrió los principios a partir de los cuales se desarrolló el sistema que hoy día aplicamos. Durante algún tiempo sus métodos fueron considerados como secreto militar.

Los americanos también han contribuido en el avance de este arte. George Washington y sus oficiales emplearon instrumentos de dibujo (fig. 1-9). En las figuras 1-10 y 1-11 podemos ver los planos que Thomas Jefferson hizo para Monticello, su bella residencia de Virginia. En la Academia Militar de los Estados Unidos, donde todos los cadetes aprenden a exponer de una manera gráfica sus ideas sobre carreteras, puentes, máquinas, edificios, operaciones militares, etc., otro francés, Claude Crozet,

enseñó por primera vez en aquel país los métodos de proyección de Monge. Profesores e ingenieros americanos se adhirieron a los trabajos de Crozet y ampliaron este tipo de lenguaje gráfico. Los graduados de West Point, entre los que se encontraban los primeros ingenieros formados en Norteamérica, contribuyeron en muchas ocasiones al progreso en este campo. Han sido los que han trazado los dibujos y planos de algunos ferrocarriles, puentes, edificios públicos, faros (fig. 1-12) y plantas de energía atómica.

A menudo encontramos difícil, y en muchos casos imposible, describir con palabras el aspecto de cosas que queremos hacer o construir. Cuando faltan las palabras para dar la descripción completa o detallada, empleamos croquis, dibujos, esquemas y fotografías.

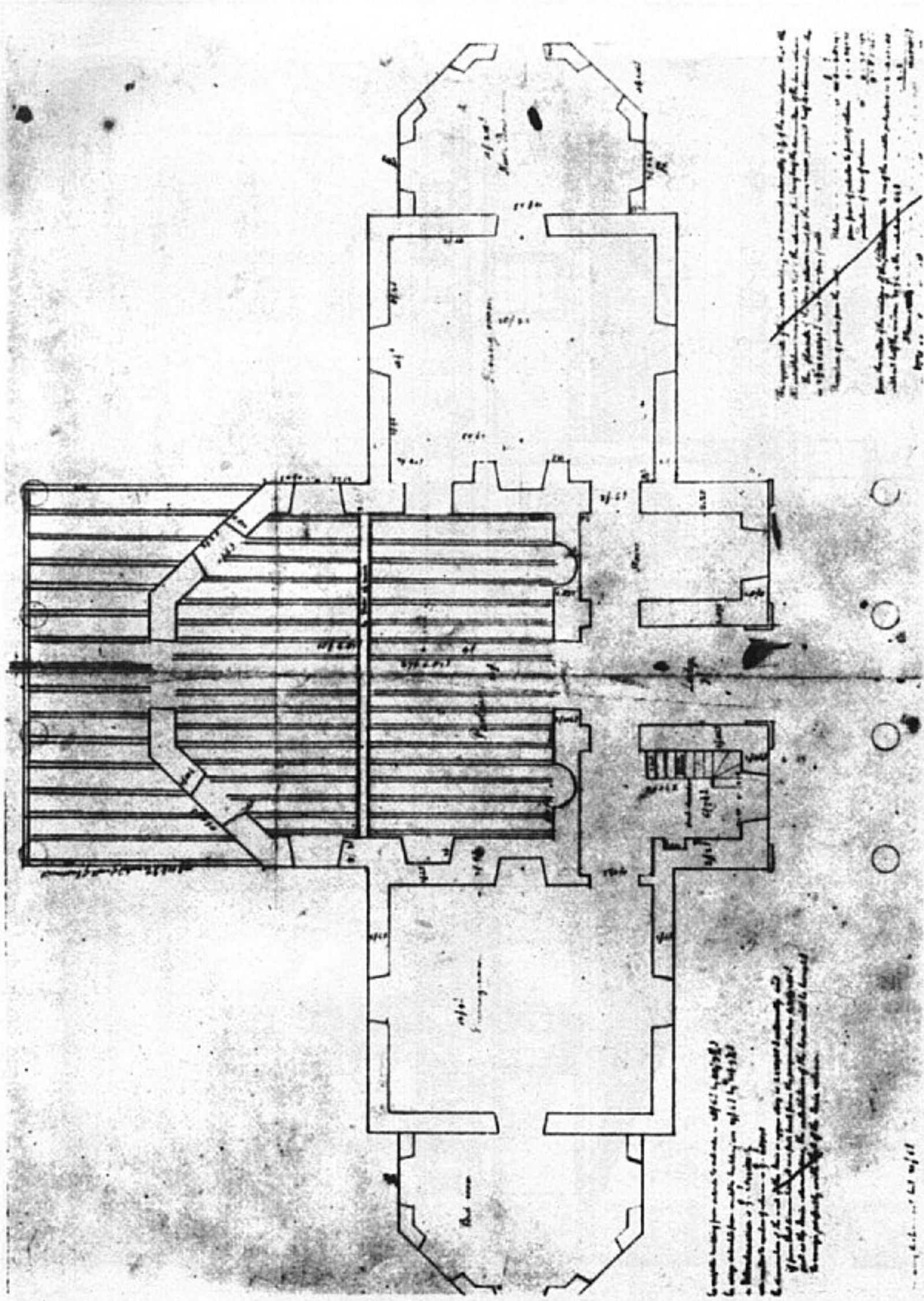


Fig. 1-10 Plano de Thomas Jefferson para su residencia en Monticello. (Cedido por la Massachusetts Historical Society.)

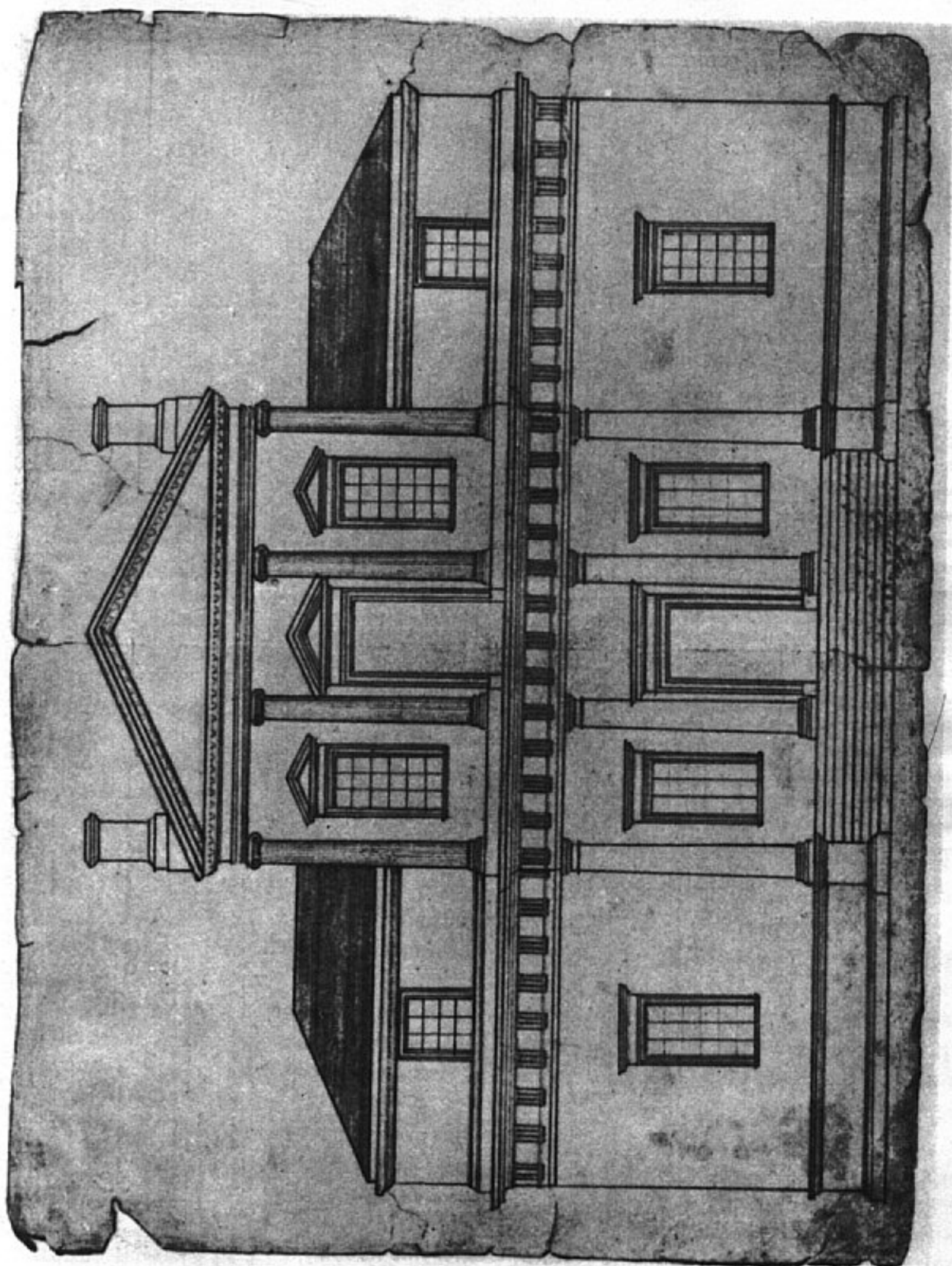


Fig. 1-11 Un antiguo dibujo de Monticello debido a Thomas Jefferson. (Cedido por la Massachusetts Historical Society.)

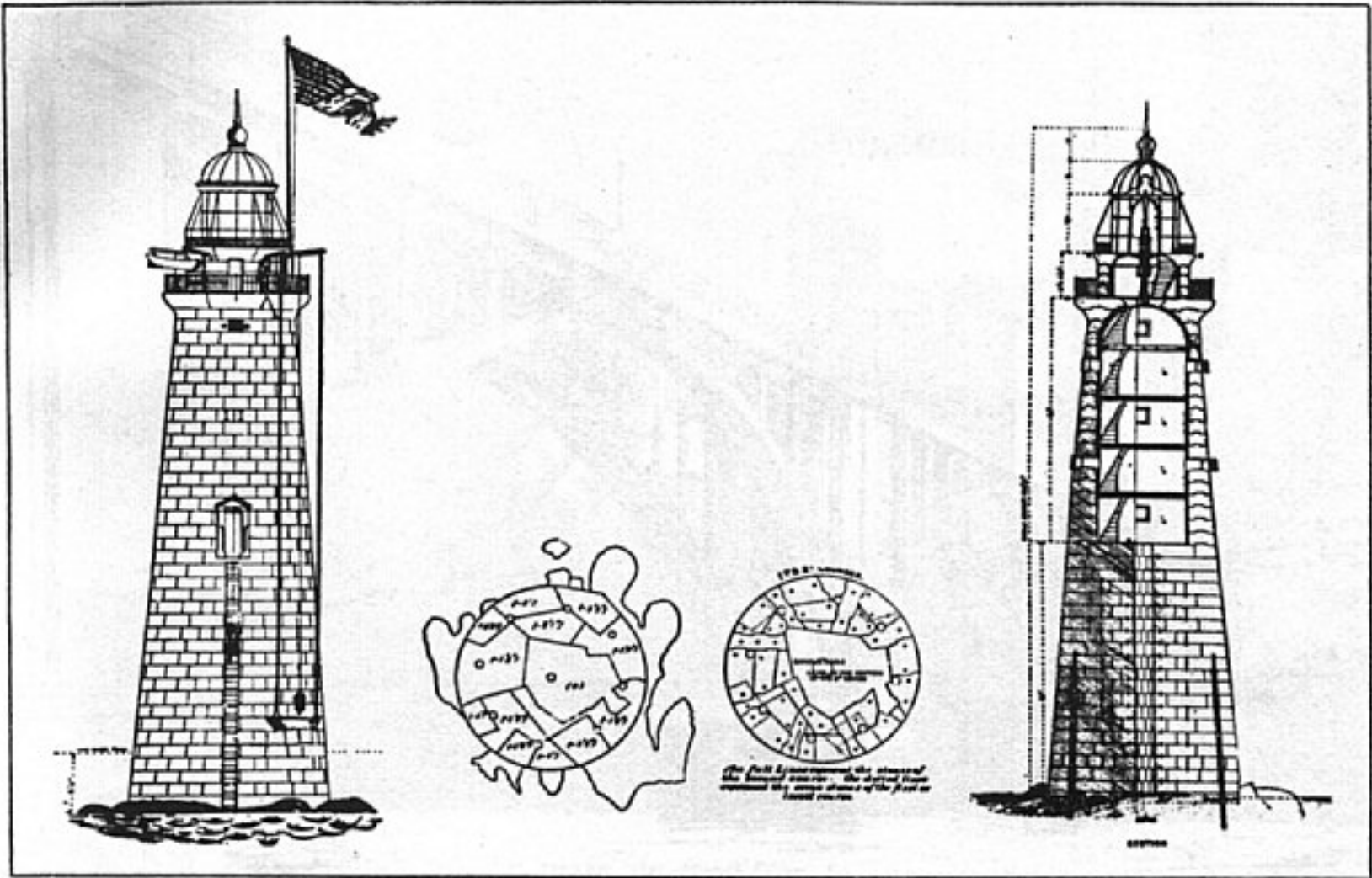


Fig. 1-12 Faro de Minot's Ledge en la Bahía de Boston, dibujado por graduados de West Point. (Cedida por la U. S. Military Academy.)



Fig. 1-13 Helicóptero de transporte X HR₂ S (Sikorsky S-56) de la Marina de los Estados Unidos. La fotografía muestra sólo los detalles exteriores.

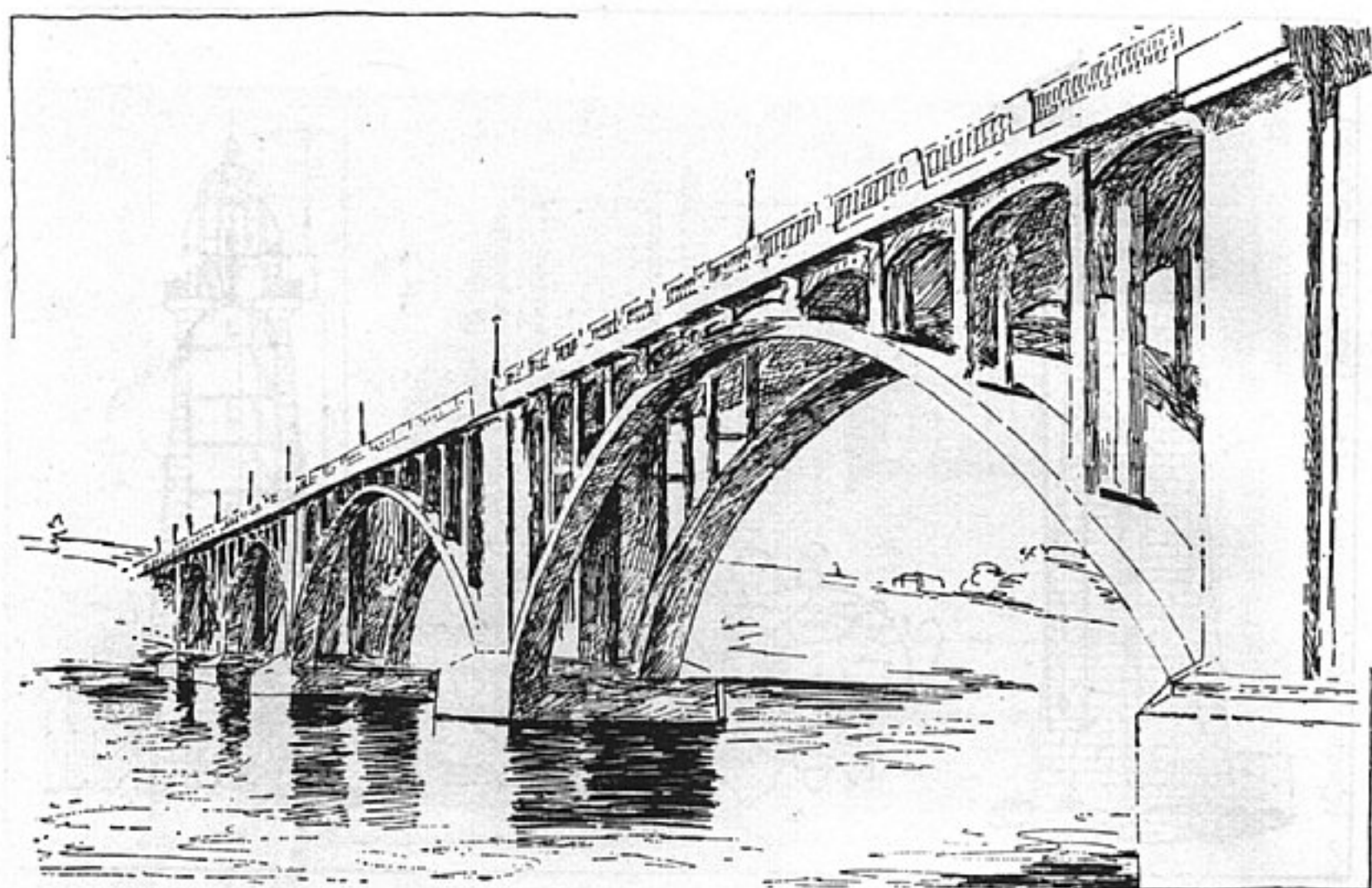


Fig. 1-14 Dibujo en perspectiva de un puente. Nótese el efecto de distancia que produce.

Hoy día difícilmente encontraríamos un periódico, revista, catálogo o libro en que no aparezcan aquéllos.

1.3 Un lenguaje preciso. Las fotografías (fig. 1-13) se emplean muy a menudo hoy día para mostrar la apariencia de algún objeto. También recurrimos a los dibujos en perspectiva (fig. 1-14) para mostrar un objeto tal como se aparece a nuestros ojos. Sin embargo, tales dibujos y fotografías no nos ponen de manifiesto la forma y tamaño exactos de todos los detalles de un objeto. Una fotografía o un dibujo en perspectiva no revelan las partes interiores o la manera exacta como encajan las piezas entre sí. Se requiere otro tipo de dibujo para dicha información.

Los dibujos técnicos, conocidos con el nombre de *dibujos en proyección*,

proporcionan detalles exactos y medidas precisas. Proporcionan al constructor u operario la descripción exacta que necesita para ejecutar lo que el proyectista tiene en el pensamiento (fig. 1-15). Las proyecciones son el tipo de representación más empleada en el dibujo. Para hacer un dibujo de este tipo miramos un objeto, y lo dibujamos, desde diferentes direcciones. Dibujamos sus proporciones y el contorno de sus partes. Para ello empleamos diferentes tipos de líneas, según reglas bien definidas. Tomamos las líneas con la longitud exacta (o proporcional) y anotamos la cota con el valor exacto de la medida. De esta forma proyectamos cada vista del objeto sobre el papel de dibujo.

Hay que estudiar dibujo técnico con sus reglas de proyección, no sólo para poder representar exactamente nuestros

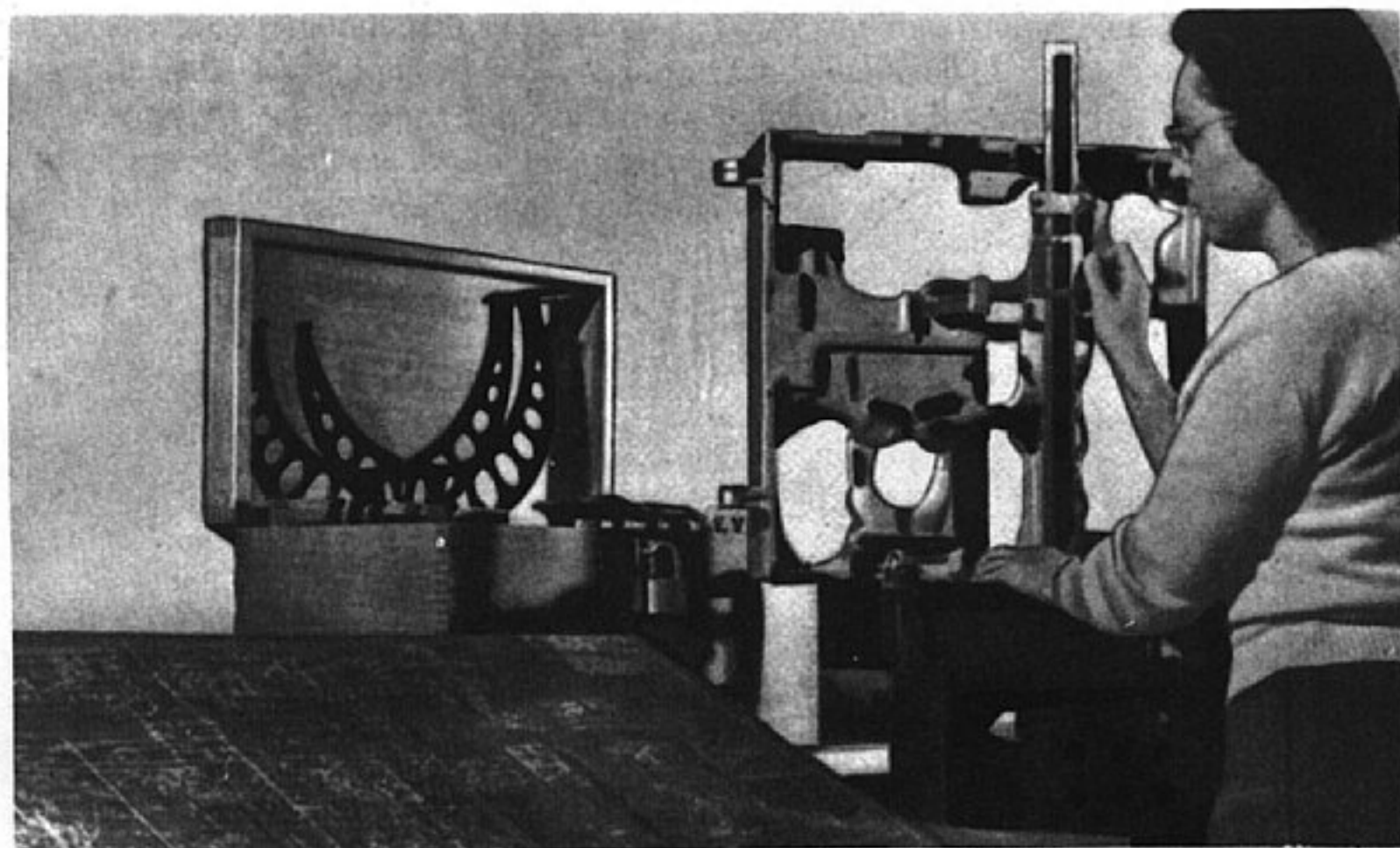


Fig. 1-15 Para comprobar una pieza de fundición la operaria compara las medidas de la misma con las que figuran en el plano. Si el plano no está bien hecho y no es fácil de leer dará lugar a muchos costosos errores.

propios dibujos sino también para interpretar lo que otros han dibujado. En los capítulos 2 a 10 de este libro están la mayoría de las reglas del lenguaje del dibujo técnico. Aplicando dichas reglas y dibujando las proyecciones apropiadas podemos mostrar exactamente a otros lo que nos proponemos fabricar o construir.

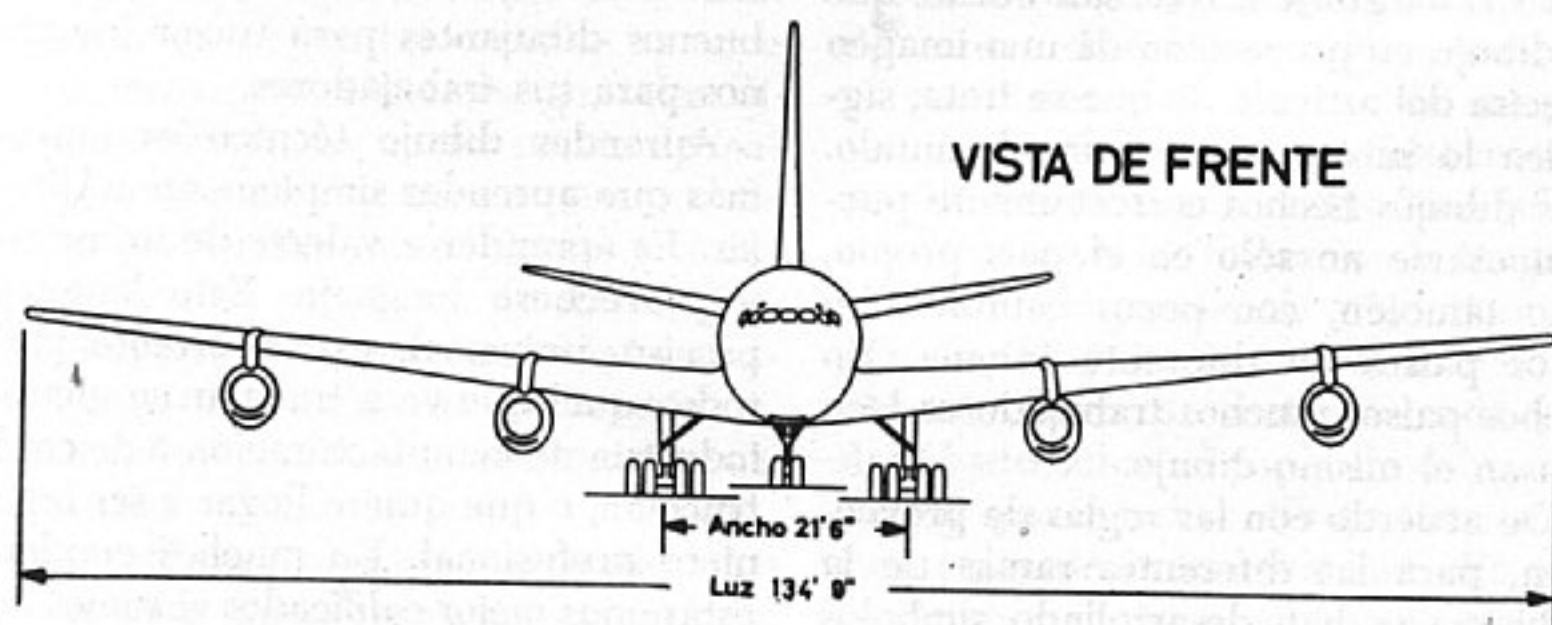
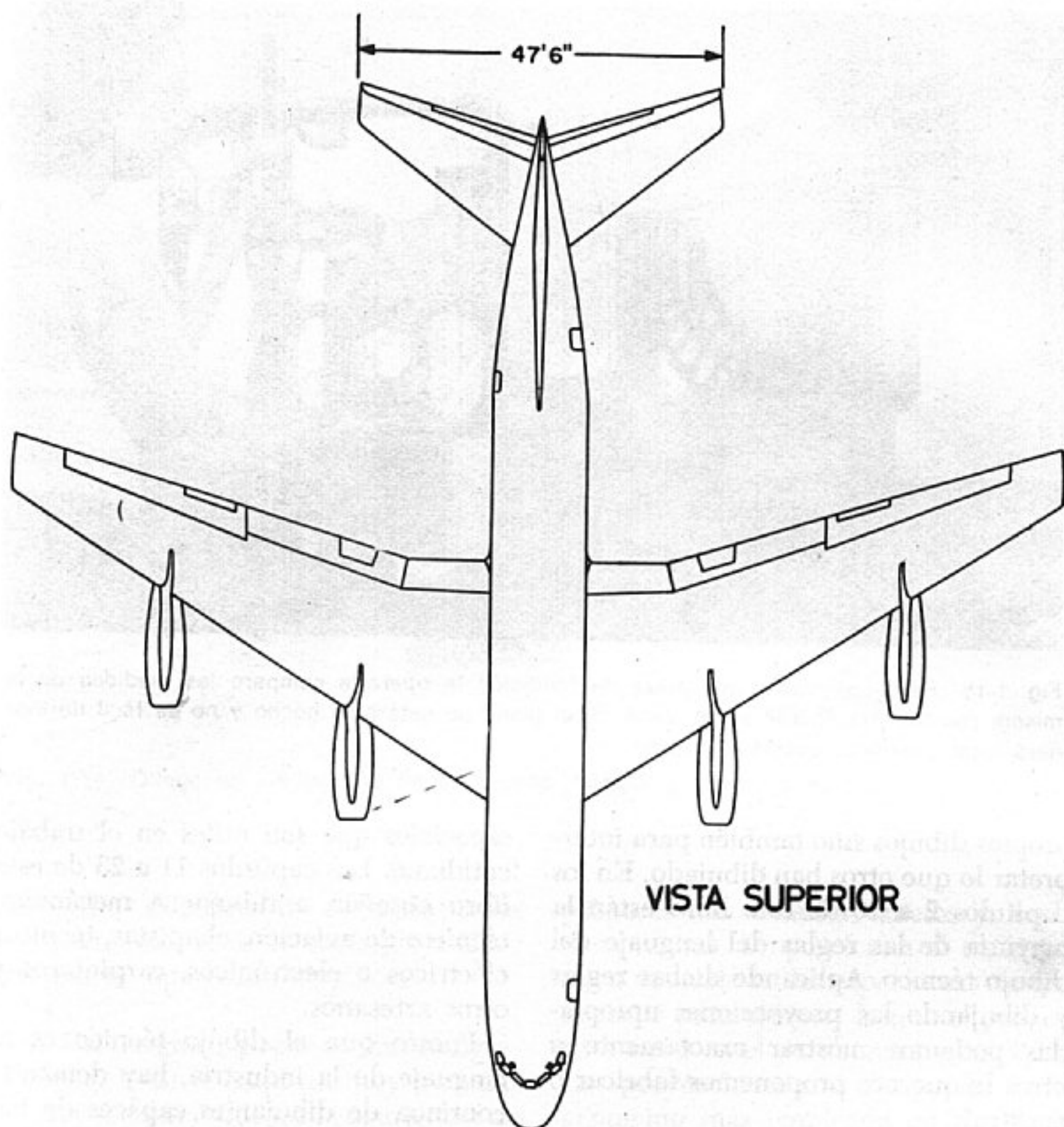
1.4 Un lenguaje universal. Puesto que el dibujo en proyección da una imagen precisa del artículo de que se trata, significa lo mismo para todo el mundo. Los dibujos hechos correctamente pueden usarse no sólo en el país propio, sino también, con pocos cambios, en otros países de diferente idioma. En dichos países muchos trabajadores leen y usan el mismo dibujo.

De acuerdo con las reglas de proyección, para las diferentes ramas de la industria se han desarrollado símbolos

especiales que son útiles en el trabajo cotidiano. Los capítulos 11 a 23 de este libro enseñan a dibujar a mecánicos, técnicos de aviación, chapistas, técnicos eléctricos o electrónicos, carpinteros y otros artesanos.

Puesto que el dibujo técnico es el lenguaje de la industria, hay demanda continua de dibujantes capaces de hacer buenos dibujos de proyecciones. Los fabricantes y constructores necesitan buenos dibujantes para trazar los planos para sus trabajadores.

Aprender dibujo técnico es mucho más que aprender simplemente a dibujar. Es aprender a valerse de un nuevo y provechoso lenguaje. Este lenguaje preciso, universal, es importante para todo aquel que va a trabajar en alguna industria de manufacturación o de construcción, o que quiere llegar a ser ingeniero profesional. En muchos empleos estaremos mejor calificados si somos ca-

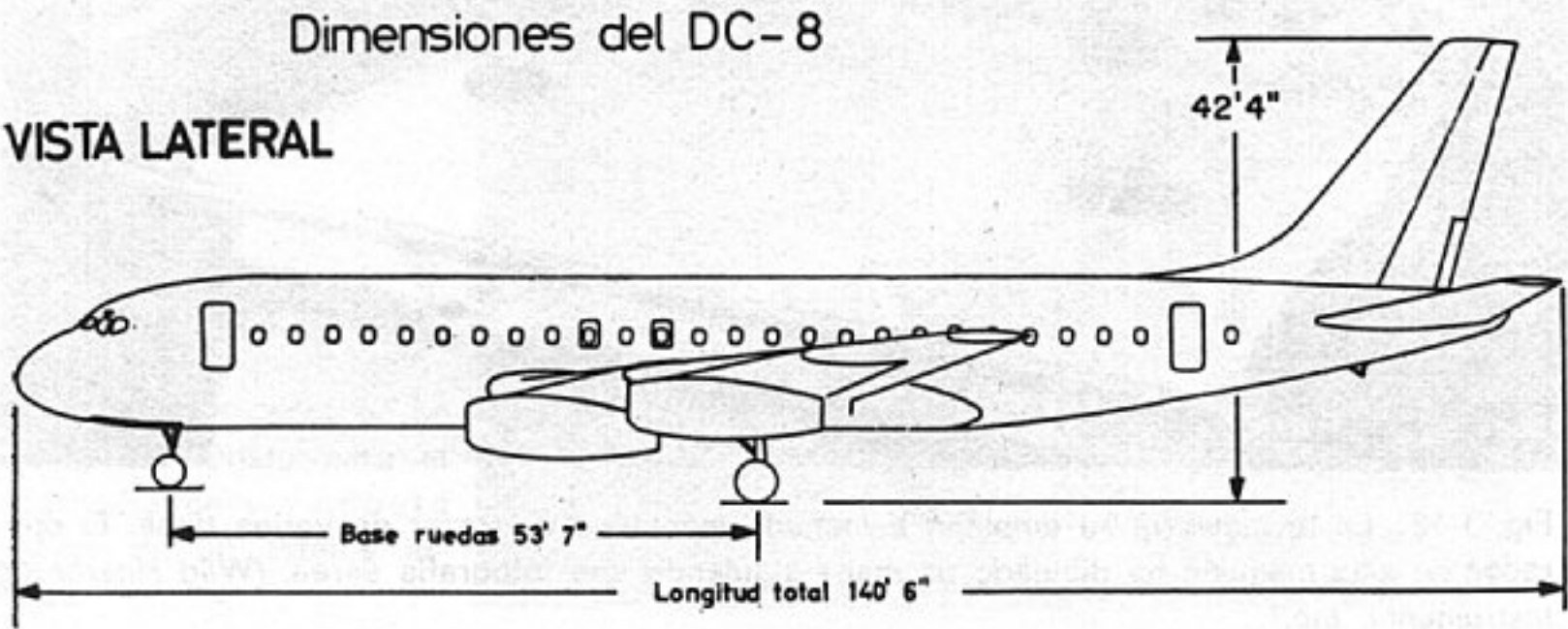


paces de hacer buenos dibujos. Pero es generalmente más importante el que estemos capacitados para leer dibujos. Un dibujo se hace una sola vez, pero tiene que ser leído varias veces, por lo

que son más numerosos los que se ven en la necesidad de leer dibujos que los que los han de ejecutar. La mejor manera de llegar a leerlos es aprender a hacerlos.



Fig. 1-16 En la página anterior y en ésta, vistas en proyección de un avión. Nótese la diferencia entre estas vistas y la fotografía de encima. Las vistas de frente, por encima y lateral muestran claramente el perfil y las dimensiones principales. (Douglas Aircraft Company, Inc.)



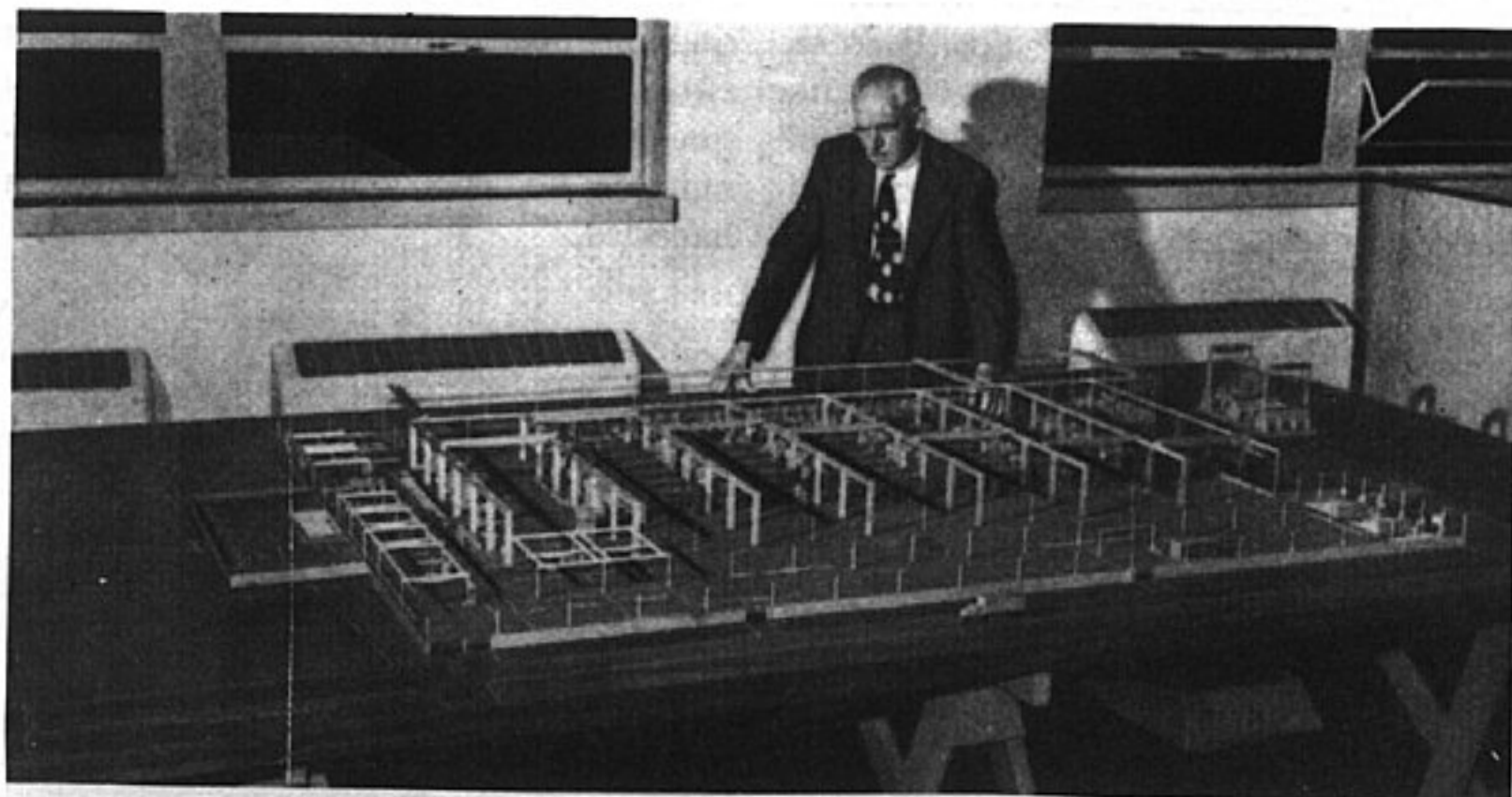


Fig. 1-17 Los dibujos se emplean para muchos fines. Este modelo a escala de una factoria se ha construido sobre un plano de la planta del edificio. (*Factory Management and Maintenance.*)

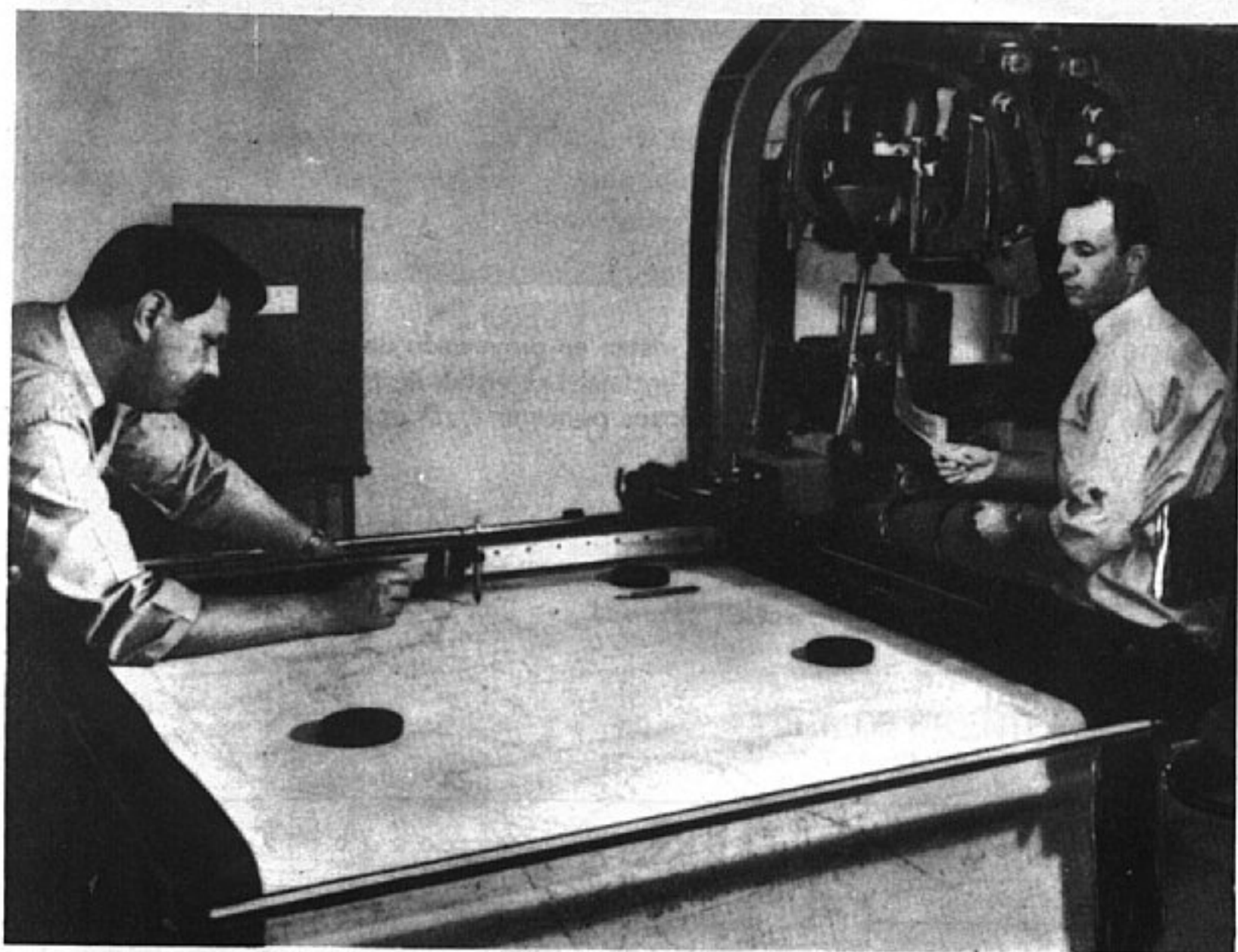


Fig. 1-18 En la industria se emplean a menudo máquinas de trazar de varios tipos. El operador de esta máquina ha dibujado un mapa siguiendo una fotografía aérea. (*Wild Heerbrugg Instruments, Inc.*)

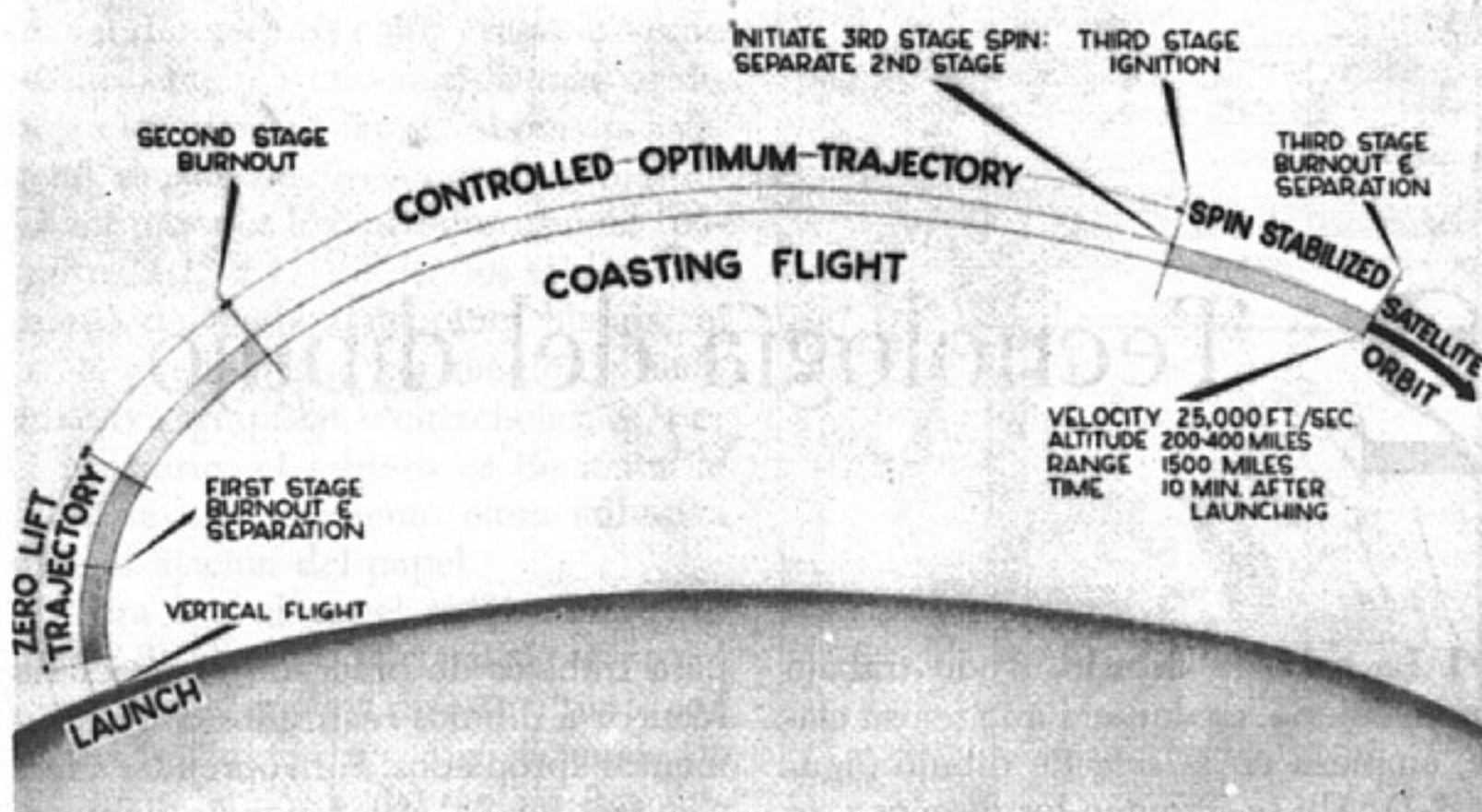


Fig. 1-19 Arriba: A veces los dibujantes trabajan en los programas científicos más adelantados. Un dibujante comercial hizo este dibujo. Muestra la trayectoria de un cohete destinado a poner en órbita un satélite artificial.

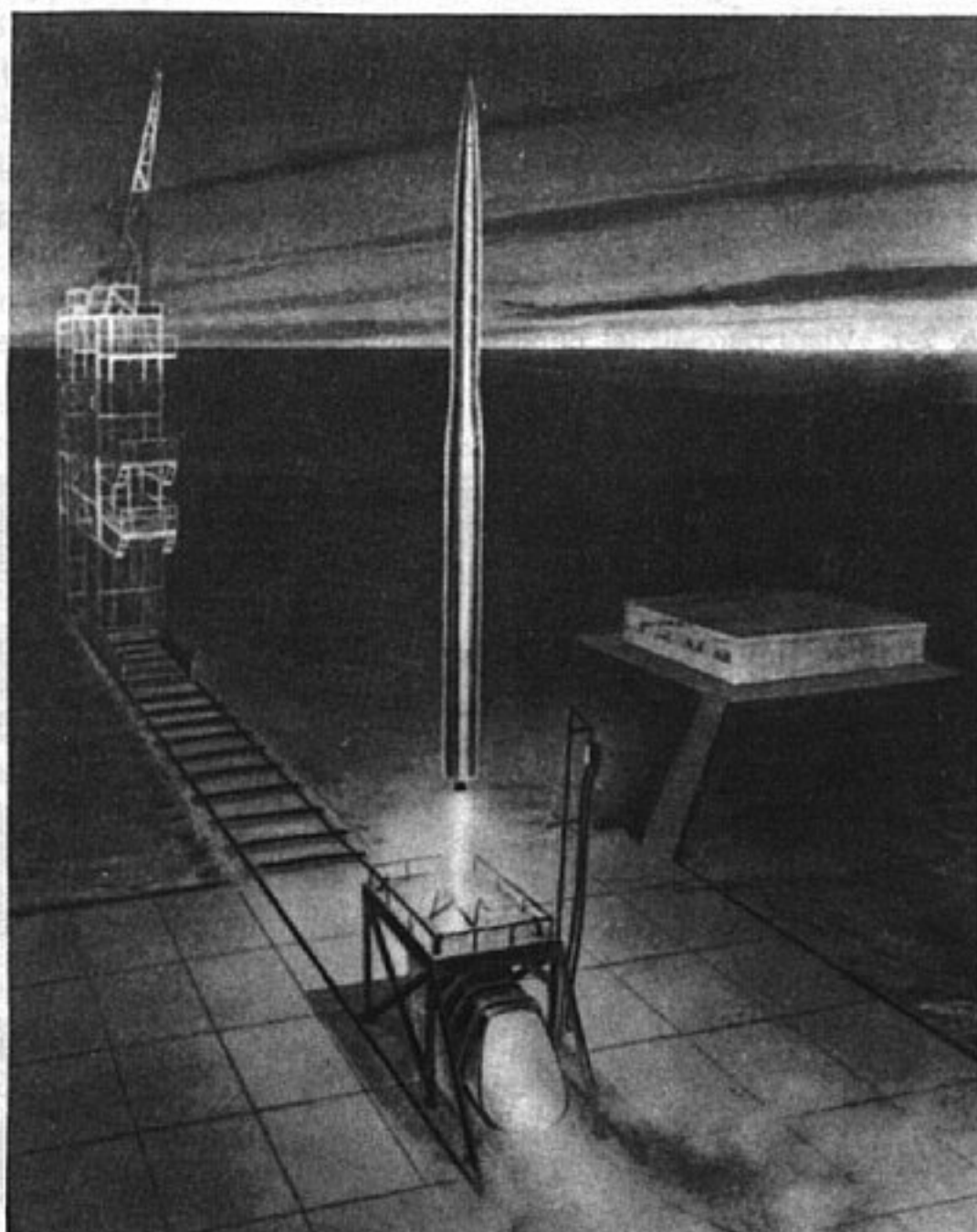


Fig. 1-20 A la derecha: La idea de un artista para el lanzamiento de un cohete portador de un satélite artificial.

2 Tecnología del dibujo

2.1 La sala de dibujo. Todo trabajo de ingeniería, cualquiera que sea su clase, empieza en la sala de dibujo (figura 2-1). Allí se discuten los diseños y se dibujan y comprueban los planos necesarios. En el capítulo 1 hemos visto la necesidad de disponer de dibujos para cualquier trabajo industrial, y el hecho de que estos dibujos eran realmente la expresión de un nuevo lenguaje. A veces los dibujos se hacen a mano alzada, mas

para trabajos de precisión es necesario recurrir a dibujos realizados con instrumentos apropiados. Para aprender a leer y a escribir en este lenguaje debemos conocer primero las herramientas e instrumentos que vamos a usar y, después, la forma de emplearlos correcta, hábil y rápidamente.

2.2 Fijación del papel. Los dibujos técnicos se hacen sobre una gran varie-

Fig. 2-1 Vista parcial del departamento de dibujo de la Chance Vought Aircraft, Inc., Dallas, Texas.



dad de papeles blancos o coloreados (papel de croquis, color crema o verde pálido, etc.). En muchas oficinas se dibujan los planos a lápiz, sobre papel vegetal, sacándose directamente copias de los mismos por los métodos usuales (párrafos 11.13 a 11.15). En los tableros de dibujo de madera de pino, blanda, el papel puede fijarse por medio de cinta adhesiva, grapillas o chinchetas. Si, por el contrario, el tablero es de material duro, se usa solamente cinta adhesiva para la fijación del papel.

Para fijar el papel en el tablero (figura 2-2), se procede como sigue: se coloca el papel encima de este último, con su borde izquierdo a una distancia de 2 ó 3 cm del borde del tablero (los zurdos trabajan mejor en el borde derecho); el borde inferior debe quedar unos 10 cm por encima del del tablero, o en todo caso lo suficientemente alto para poder trabajar en una posición cómoda. Luego centrar el papel por medio de la regla T tal como se muestra en la casilla 1 de la figura 2-2. Sujetando el papel en dicha posición muévase la regla hacia abajo, como se ve en la casilla 2, manteniendo la guía de la misma contra el borde del tablero. Después, fíjese cada esquina del papel por medio de cinta adhesiva, grapillas o chinchetas. En el último caso, compruébese que la cabeza de la chincheta aprieta contra el papel. Las hojas menores de 300×450 mm se fijan simplemente en las dos esquinas superiores.

2.3 Medidas normalizadas del papel.

Las normas americanas establecen dos series: una basada en su papel de carta de $8\frac{1}{2}'' \times 11''$ (216×279 mm), cuyos múltiplos dan los formatos siguientes: A, $8\frac{1}{2}'' \times 11''$ (216×279 mm); B, $11'' \times 17''$ (279×432 mm); C, $17'' \times 22''$ (432×559 mm); D, $22'' \times 34''$ (559×864 mm); E, $34'' \times 44''$ ($864 \times$

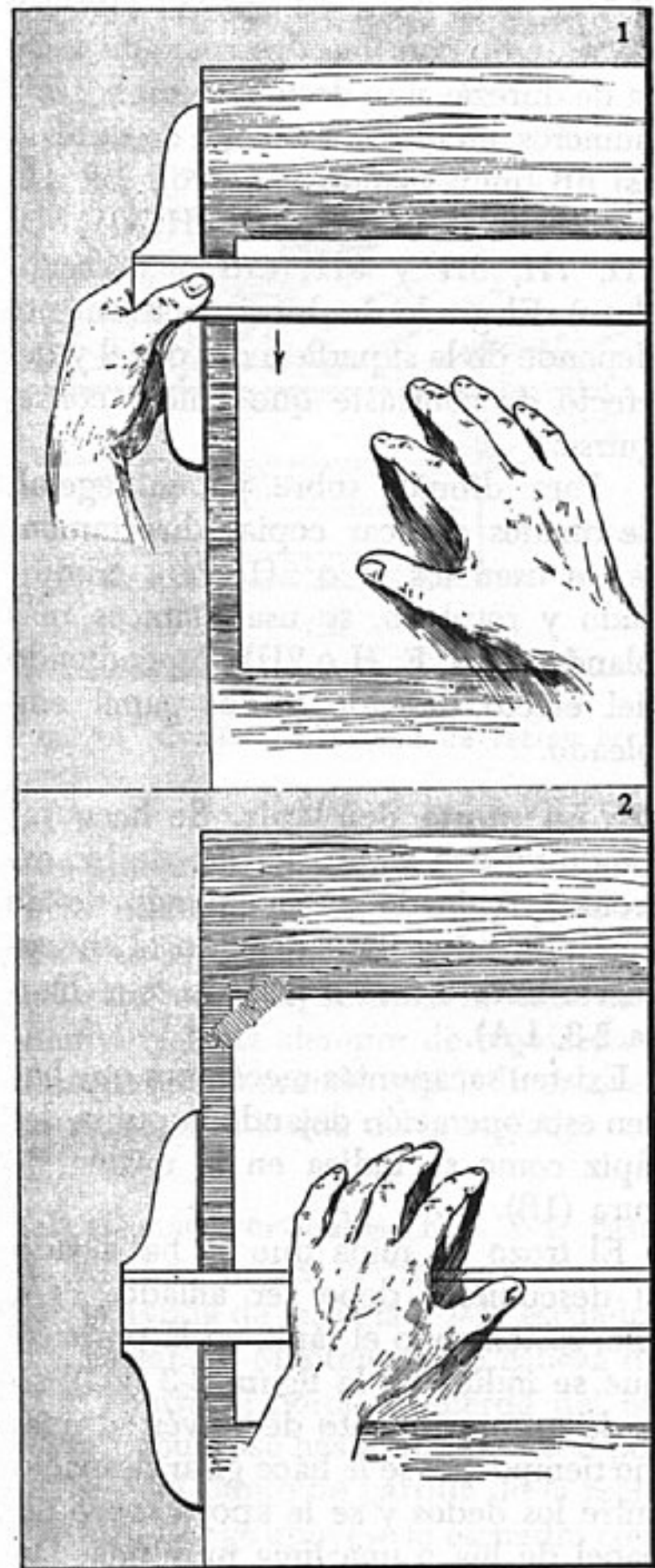


Fig. 2-2 Ajuste y fijación del papel sobre el tablero.

$\times 1.118$ mm). La otra serie tiene como base la hoja de $9'' \times 12''$ (228×305 milímetros) y da los formatos: $9'' \times 12''$ (228×305 mm), $12'' \times 18''$ (305×457 milímetros), $18'' \times 24''$ (457×610 mm), $24'' \times 36''$ (610×914 mm), $36'' \times 48''$ (914×1.220 mm).

2.4 Lápices para dibujo. Se fabrican de acuerdo con una determinada escala de durezas y se designan con letras y números, en orden creciente de dureza: así 6B (muy blando y negro), 5B, 4B, 3B, 2B, B, HB, F, H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6H, 7H, 8H y 9H (extremadamente duro). El grado de dureza conveniente depende de la superficie del papel y del efecto de contraste que quiera conseguirse.

Para dibujos sobre papel vegetal, destinados a sacar copias directamente, se usan los H o 2H. Para croqui-zado y rotulado, se usan lápices más blandos (HB, F, H o 2H), dependiendo del efecto deseado y del papel empleado.

2.5 La punta del lápiz. Se hace sacando virutas largas de uno de los extremos, teniendo buen cuidado de no cortar la mina pero dejando al descubierto unos 6 mm o más de ésta (figura 2-3, 1 A).

Existen sacapuntas mecánicos que hacen esta operación dejando la punta del lápiz como se indica en la misma figura (1B).

El trozo de mina que se ha dejado al descubierto debe ser afilado. Para ello, sosteniendo el lápiz en la posición que se indica en la figura 2-3 (2C), se le da un movimiento de vaivén al mismo tiempo que se le hace girar despacio entre los dedos y se le apoya sobre un papel de lija o una lima muy fina. De esta manera se consigue la forma que se representa en los espacios 3D y 3E de la mencionada figura 2-3.

Es una buena costumbre tener el papel de lija (afinador) o la lima al alcance de la mano para poder afinar la punta del lápiz con frecuencia. Algunos dibujantes prefieren afinar su lápiz en bisel (espacio 3F), especialmente para dibujos que tengan gran cantidad de

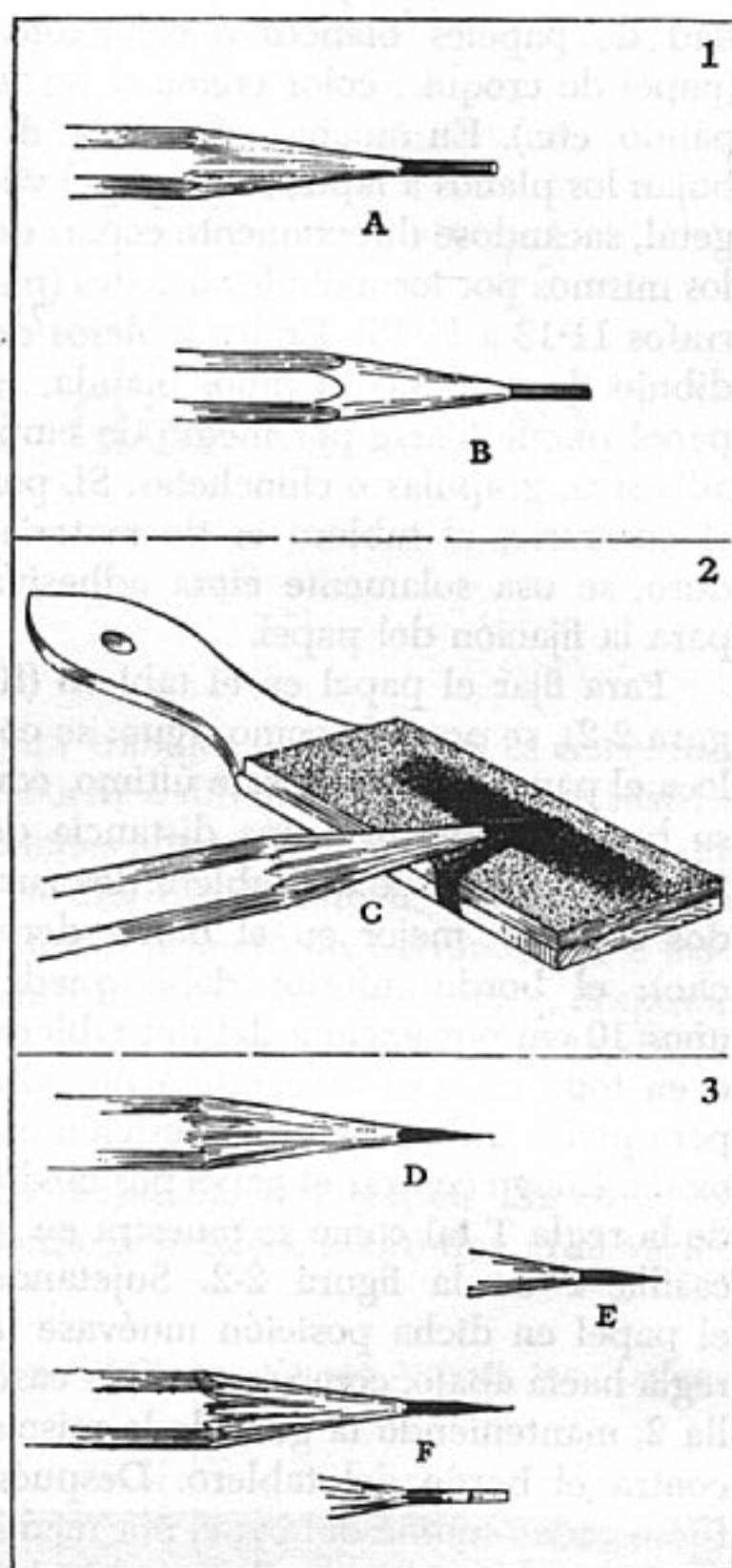


Fig. 2-3 Afilado de las puntas.

líneas rectas largas. Usando el grado de mina adecuado se puede evitar el tener que apretar mucho y marcar surcos en el papel. Adquiérase la costumbre de ir girando el lápiz entre el pulgar y el índice a medida que se va trazando la línea. Ello contribuirá a obtener una línea más uniforme y evitará que la punta se desgaste irregularmente. También pueden usarse lápices mecánicos con depósito de mina del grado deseado. Las minas deben afilarse, dán-

doles la forma deseada, igual que antes, con papel de lija o lima.

No afinar nunca un lápiz sobre el tablero de dibujo. Límpiase la mina con un trapo para quitar las finas partículas que ensuciarían el papel. Estos cuidados contribuirán a conseguir dibujos limpios y claros.

2.6 Gomas de borrar. Las gomas blandas sirven para limpiar las partes sucias o para quitar ligeras marcas de lápiz. Los borrarápiz de rubí o esmeralda van muy bien para quitar marcas de lápiz e incluso de tinta. Las gomas para tinta contienen esmeril y hay que usarlas con mucho cuidado a fin de evitar dañar la superficie del papel o de la tela. Algunas veces se usan máquinas eléctricas para borrar. Existen también unas plantillas de metal o de plástico con aberturas de diferentes tamaños y formas, apropiadas para proteger las líneas que no conviene borrar.

2.7 Trazado de rectas horizontales (Fig. 2-4, casilla 1). Las líneas rectas horizontales se trazan utilizando como guía el canto superior de la regla T. Para ello, se aplica la cabeza de la regla T contra el borde izquierdo del tablero, manteniéndola en esta posición con la mano del mismo lado.¹

El lápiz debe cogerse como a unos 25 mm de la punta e inclinado ligeramente en la dirección de su movimiento de avance al trazar la línea. Es conveniente que el plano determinado por la línea que se va a trazar y el eje del lápiz sea normal al del dibujo. Haciéndolo así, se consigue una cierta separación entre la punta del lápiz y el canto de la regla T que toca el papel, con lo

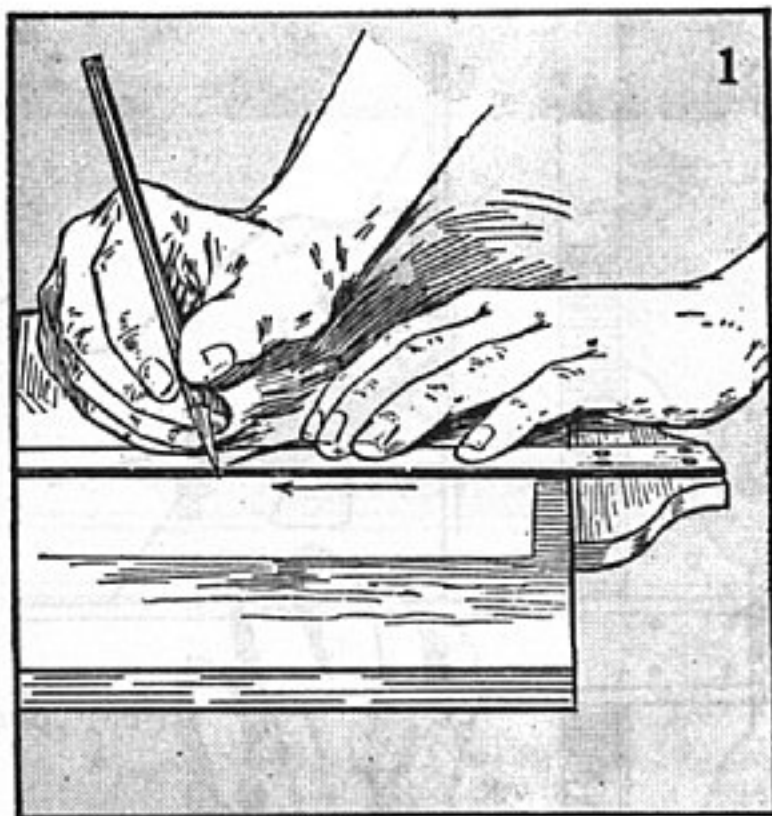


Fig. 2-4 Casilla 1: Trazado de rectas horizontales.

que puede verse por dónde se traza la recta. Manteniendo el lápiz apoyado en el canto superior de la regla T y en la posición indicada, se traza la línea moviendo el lápiz siempre de izquierda a derecha y procurando que la línea quede paralela al borde de la regla.

2.8 Rectas verticales (Fig. 2-4, casilla 2). Las líneas verticales se trazan con la ayuda de la regla T y la escuadra o el cartabón. Manténgase la cabeza de la T contra el borde izquierdo del tablero y muévase hasta una posición por debajo del punto de partida de la recta vertical. Luego apóyese la escuadra contra la regla T y deslícese a lo largo de ella hasta la posición deseada. Póngase siempre el lado vertical de la escuadra a la izquierda² y trácese la línea de abajo hacia arriba. Inclínese el lápiz en la dirección en que se dibuja la recta y manténgase la punta ligeramente apar-

¹ Las personas zurdas deben girar la regla T y aplicarla al borde derecho del tablero.

² Los zurdos trabajarán mejor con el borde vertical a la derecha y la cabeza de la regla apoyada también en el borde derecho del tablero.

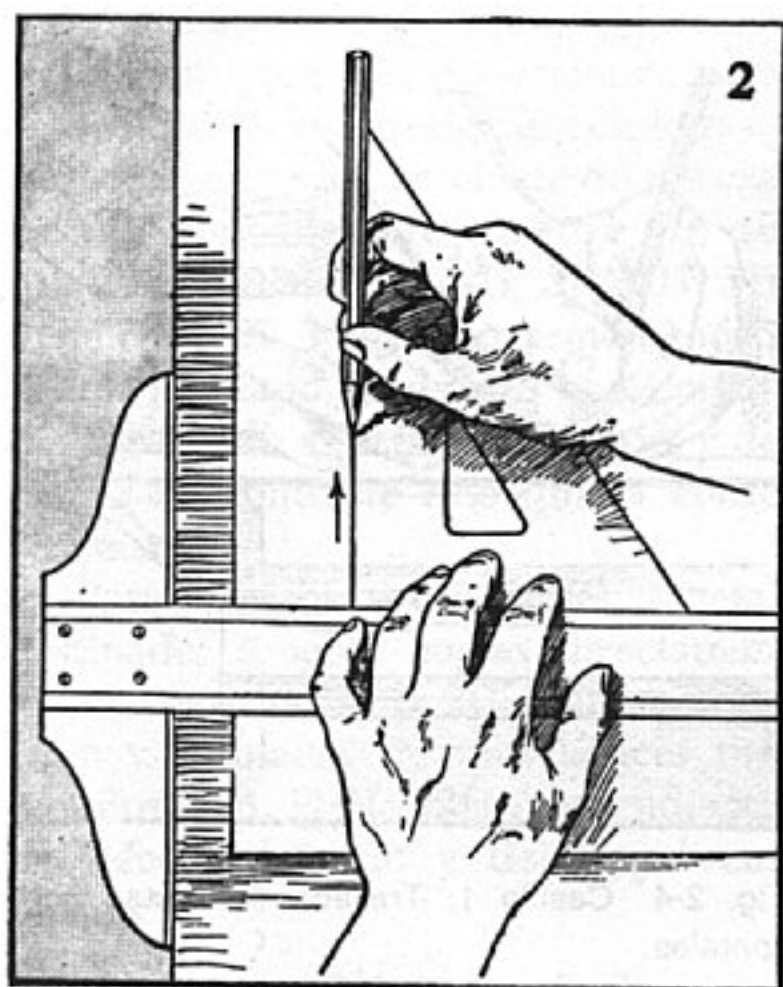


Fig. 2-4 Casilla 2: Trazado de rectas verticales.

tada del canto inferior del borde de la escuadra.

2-9 Rectas inclinadas. El cartabón es un triángulo rectángulo isósceles y, por lo tanto, tiene dos ángulos de 45° y uno de 90° (fig. 2-5).

Para trazar líneas inclinadas a 45° se usa el cartabón apoyado sobre la regla T, tal como se indica en las posiciones A y B de la fig. 2-5. Hay que hacer notar que las líneas trazadas en las dos posiciones indicadas en A y B son normales entre sí, como también las dos dibujadas en C.

La escuadra es también un triángulo rectángulo pero con los ángulos agudos de 30° y 60° (fig. 2-6). Como en el caso anterior (para las líneas inclinadas a 45°) las líneas inclinadas a 30° y 60° se trazan con la escuadra apoyada sobre la regla T. En las figuras 2-6 y 2-7 se indica la posición de la escuadra para trazar líneas inclinadas a 30° y 60° . Es

de hacer notar que las líneas trazadas en la primera y en la última posición de la figura 2-6 son normales entre sí, así como las trazadas en la segunda y tercera posición de la misma figura. Del mismo modo son normales entre sí las líneas trazadas con la escuadra en las posiciones A o B de la figura 2-7. Combinando ambas posiciones (fig. 2-7) se pueden trazar líneas que forman un ángulo de 30° entre sí, como se indica en C.

2-10 Rectas inclinadas con ángulos que varían de 15° en 15° . Usando la regla T junto con la escuadra y el cartabón se pueden trazar líneas a 15° entre sí, tal como se indica en la figura 2-8 (del 1 al 15). En la casilla 15 de la mencionada figura todas las líneas forman un ángulo de 15° con las contiguas. Utilizando las disposiciones de 2 y 13 ó 6 y 9 de la referida figura, se obtienen respectivamente ángulos de 30° y 150° .

Pruébense distintas posiciones de escuadra y cartabón hasta familiarizarse con ellas.

2-11 Rectas paralelas. Las rectas paralelas horizontales pueden dibujarse con la regla T, y las rectas paralelas verticales pueden hacerse con una de las escuadras, en combinación con la regla T. Las que tienen inclinaciones regulares pueden dibujarse tal como se sugiere en la figura 2-8. Si han de ser en una dirección cualquiera también pueden trazarse en combinación con la regla T y el cartabón tal como se muestra en la figura 2-9, o directamente con el tecnógrafo (fig. 2-12).

2-12 Trazado de una recta paralela a otra (Fig. 2-9). Se da la recta de la casilla 1. Apóyese el cartabón contra la regla T (casilla 2) y muévase ambas hasta que el borde del cartabón coincida con la recta (casilla 3). Manteniendo

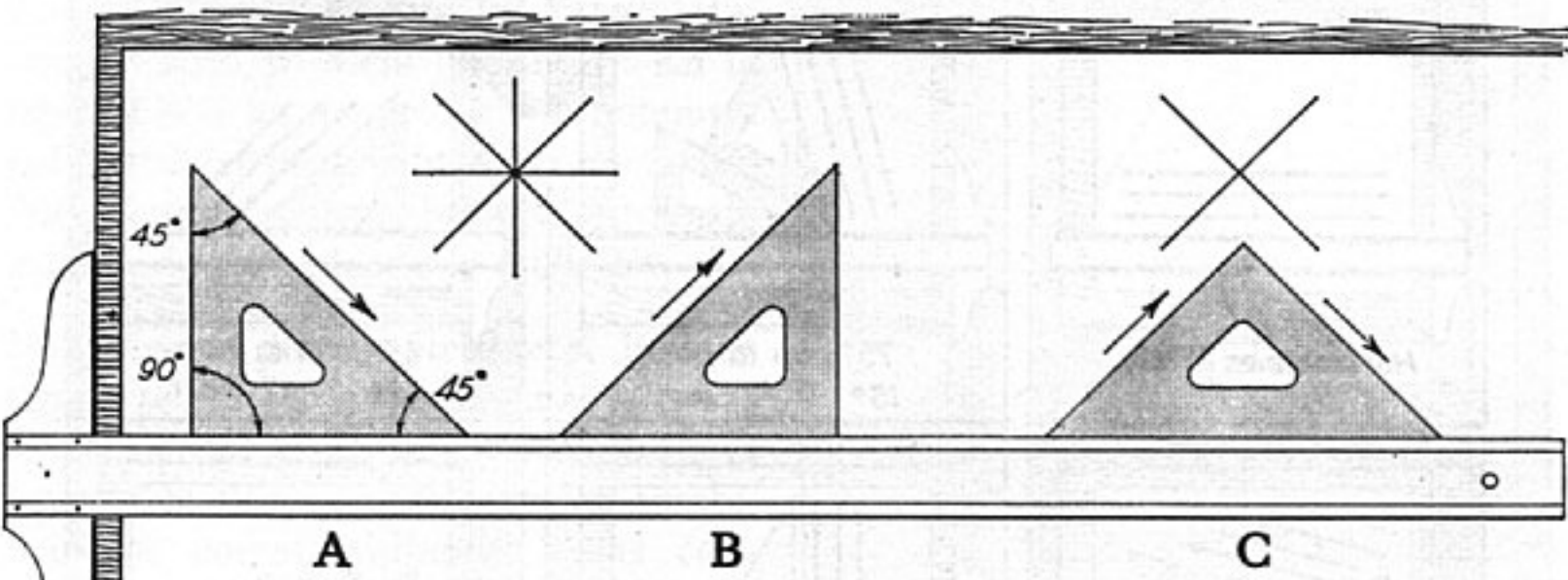


Fig. 2-5 Cartabón (45°).

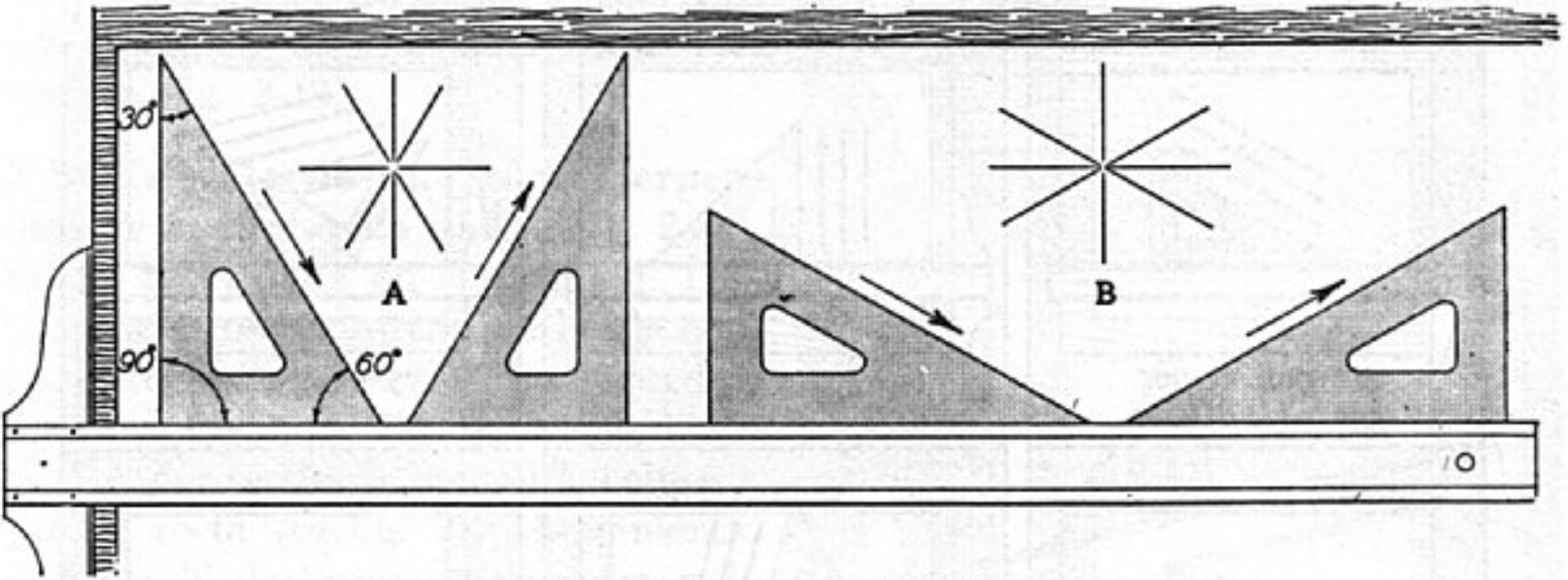


Fig. 2-6 Escuadra (30°-60°).

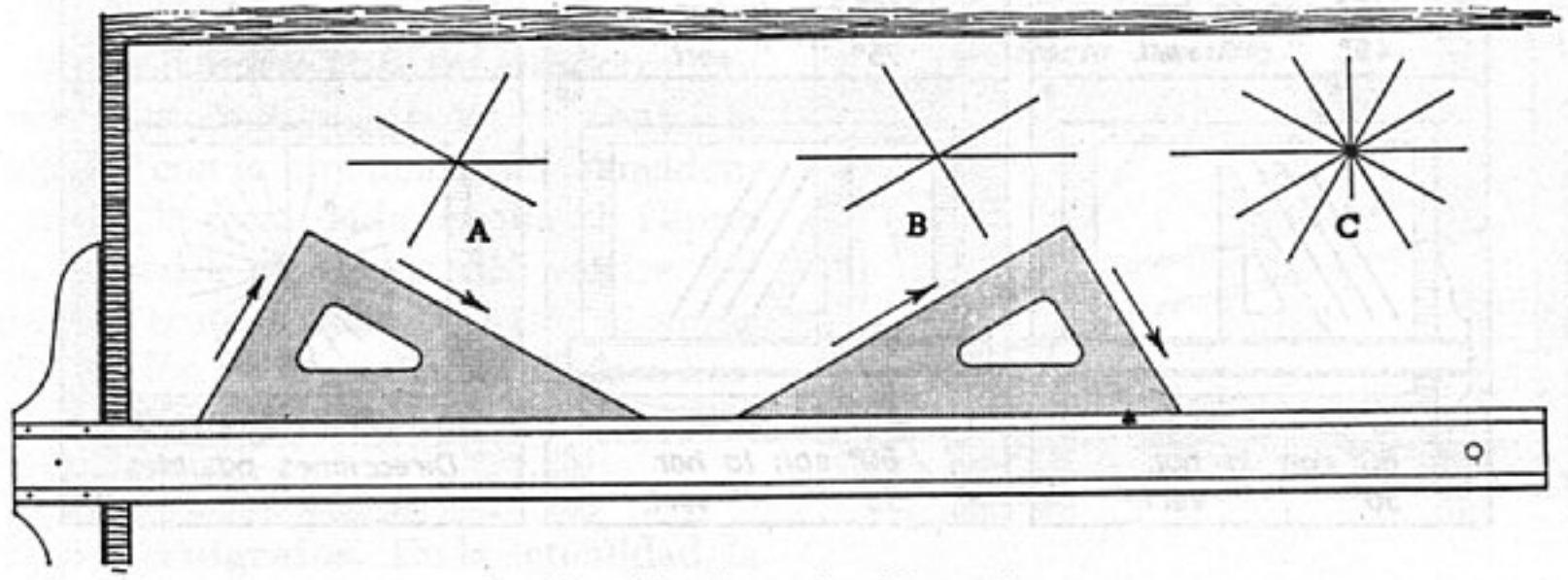


Fig. 2-7 Escuadra (30°-60°).

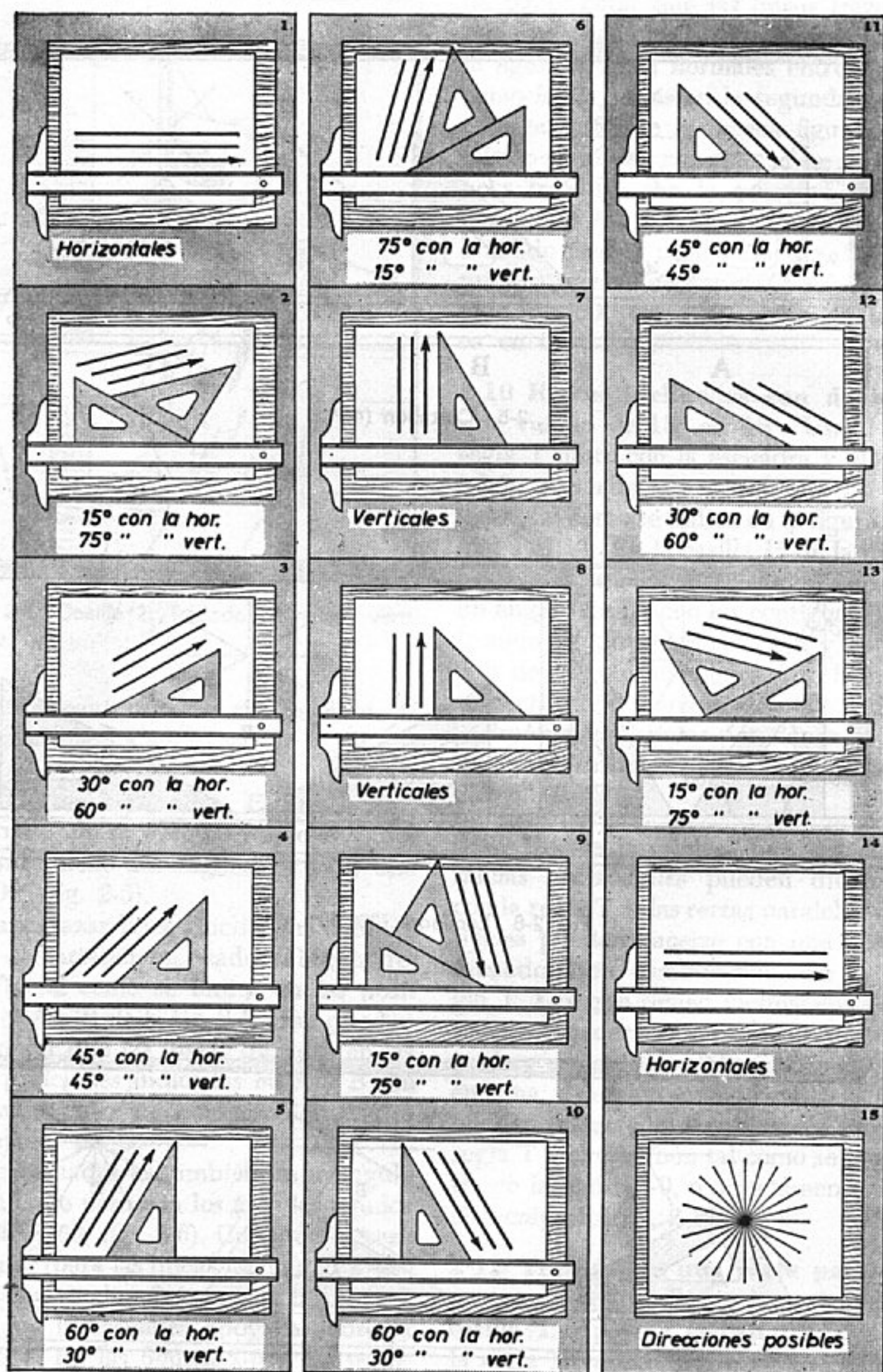


Fig. 2-8 Trazado de rectas con la regla T, la escuadra y el cartabón.

firme la regla T, deslícese el cartabón hasta la posición deseada. Luego trácese la línea paralela (casilla 4). En la figura 2-9 se ha empleado la hipotenusa del cartabón para dibujar la recta paralela, pero podría haberse aplicado otro borde o empleado la escuadra.

2.13 Rectas perpendiculares. Pueden dibujarse en varias posiciones con las escuadras tal como se desprende de la figura 2-8. Por ejemplo, con las combinaciones correspondientes a las casillas 2 y 9; 3 y 10; 4 y 11; 5 y 12; 6 y 13.

Se pueden trazar rectas perpendiculares en cualquier posición por medio de la regla T en combinación con la escuadra (o con dos escuadras) tal como se muestra por pasos en las figuras 2-10 y 2-11, o bien, directamente, con el tecnógrafo (fig. 2-12).

2.14 Trazado de una recta perpendicular a otra recta dada (Fig. 2-10). Sea la recta dada en la casilla 1. Dispóngase la escuadra con un borde contra la regla T (o contra otra escuadra) y muévase ambas conjuntamente hasta que el borde de la escuadra coincida con la recta (casilla 2). Manteniendo firme la T deslícese la escuadra a lo largo de la misma hasta la posición deseada. Luego trácese la perpendicular por el otro borde libre (casilla 3). Igual puede procederse con el cartabón (casilla 4).

En la figura 2-11 se muestra otro método: Dispóngase la escuadra contra la regla T con la hipotenusa en coincidencia con la recta dada (casilla 2). Gírese la escuadra alrededor del vértice del ángulo recto (casilla 3) hasta alcanzar la posición de la casilla 4; muévase hasta la posición deseada y trácese la recta perpendicular.

2.15 Tecnógrafos. En la actualidad, la mayor parte de los departamentos de

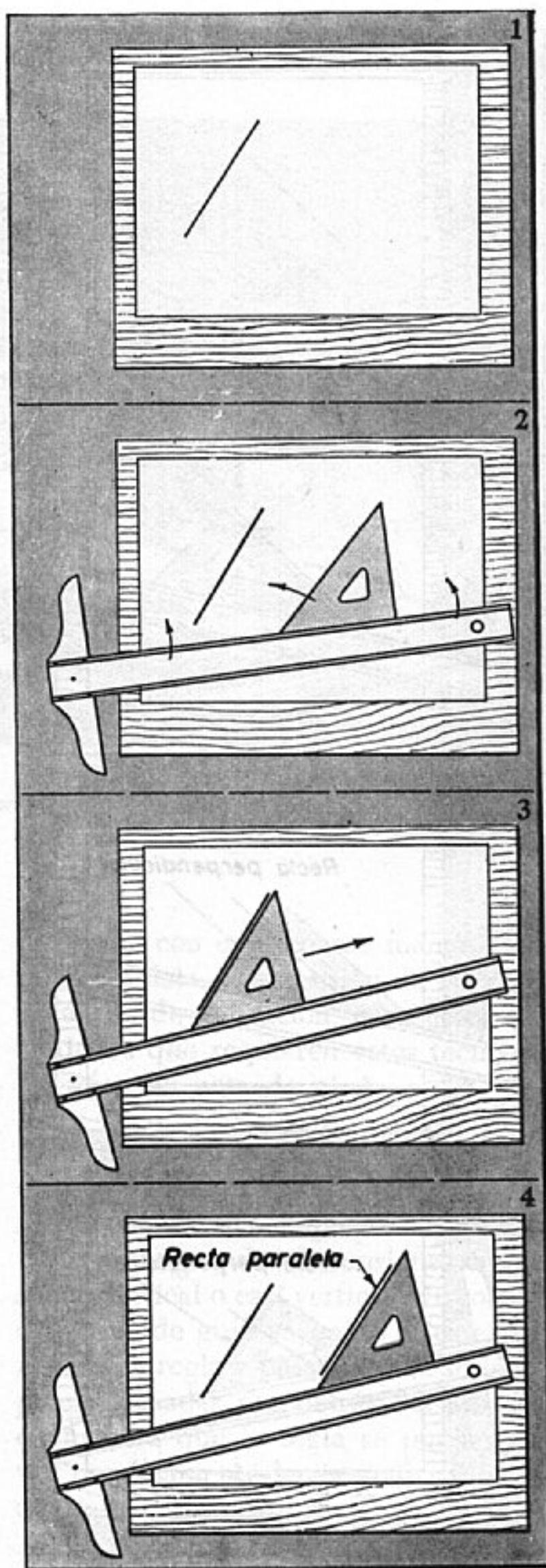


Fig. 2-9 Trazado de una recta paralela a otra.

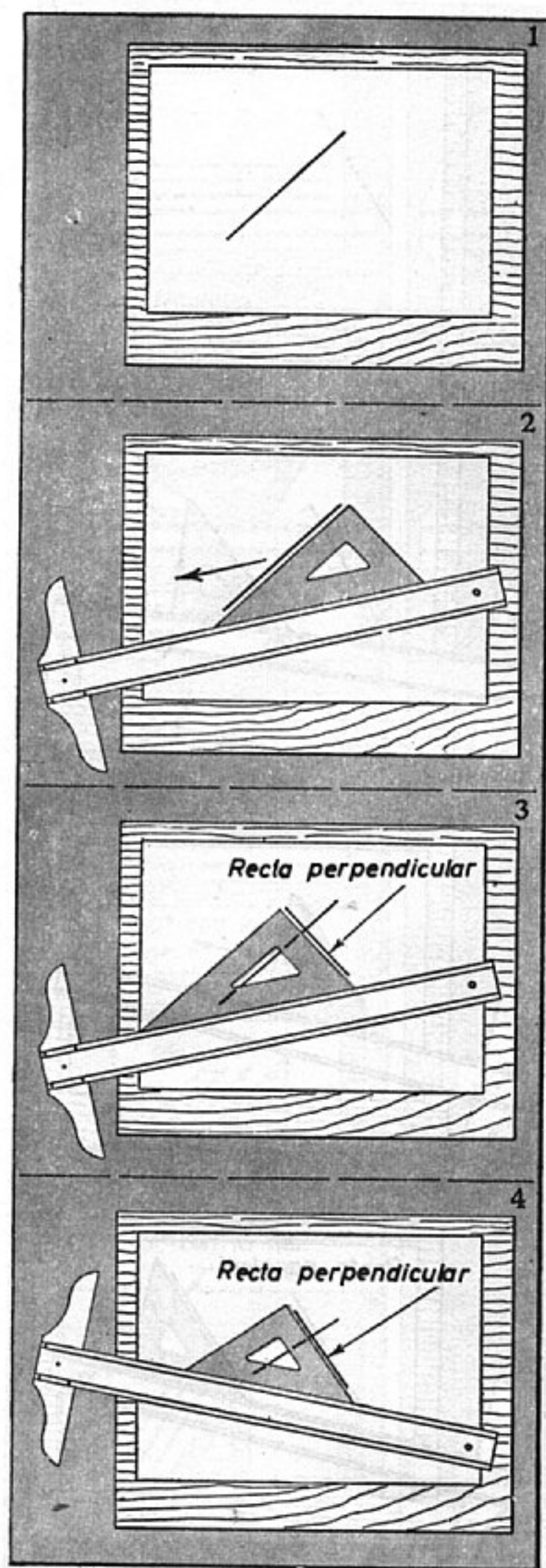


Fig. 2-10 Trazado de una recta perpendicular a otra. Primer método.

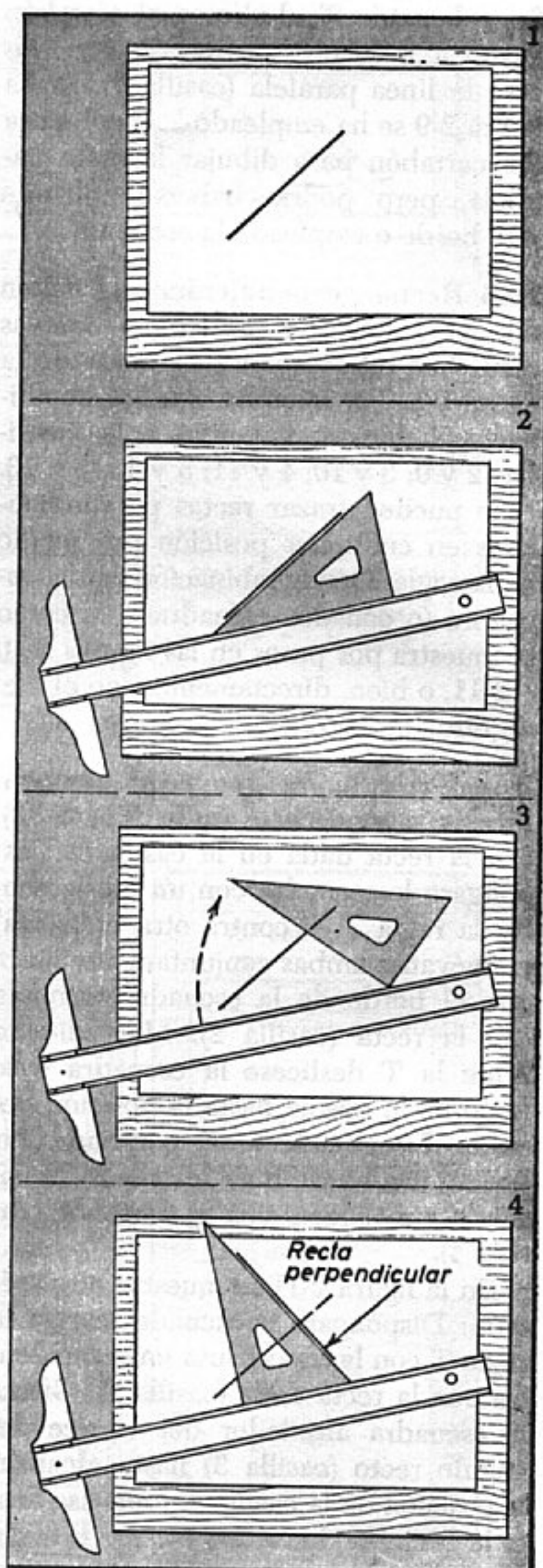


Fig. 2-11 Trazado de una recta perpendicular a otra. Segundo método.

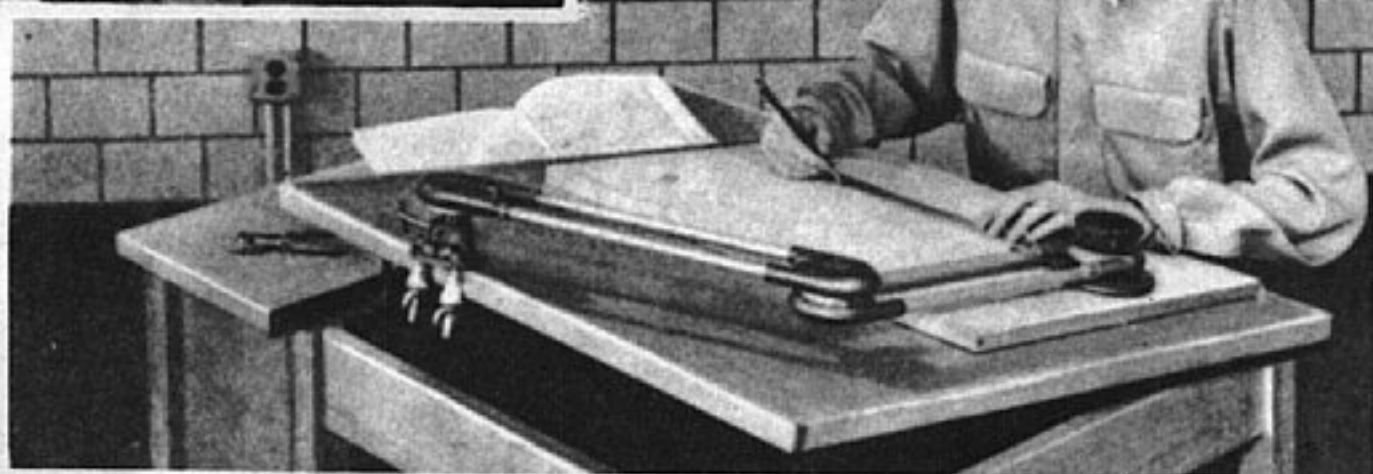


Fig. 2-12 El tecnógrafo ahorra mucho tiempo en el dibujo. (*Universal Drafting Machine Corporation.*)

dibujo en las industrias trabajan con este tipo de aparatos. Las figuras 2-1 y 2-12 ilustran sobre el empleo de los tecnógrafos.

Se trata de mecanismos compuestos de un brazo con desplazamiento paralelo y de una cabeza con transportador ajustable unida a un par de reglas graduadas que generalmente forman un ángulo recto entre sí. El brazo permite llevar las reglas sobre cualquier punto del dibujo en una posición paralela a la original.

Los tecnógrafos combinan las funciones de la regla T, de las escuadras, de las escalas y del transportador. Las rectas pueden dibujarse con la longitud exacta en la posición requerida y bajo cualquier ángulo, sin más que situar las reglas en la posición debida. Ello se traduce en una mayor rapidez de

ejecución con un esfuerzo menor. Para una completa comprensión de las posibilidades de aplicación, uso eficiente y cuidados que requieren estos tecnógrafos véase la nota de pie.³

2-16 Regla corredera (Fig. 2-13). La emplean muchos dibujantes, especialmente cuando tienen que trabajar sobre tableros de grandes dimensiones en posición vertical o casi vertical. Un cordón que hace de guía va unido a los extremos de la regla y pasa por una serie de poleas situadas por detrás del tablero, de manera que la regla se puede mover paralelamente hacia arriba y hacia abajo.

³ *Drafting Machine Practice*, que es una fuente de información barata pero bastante completa. Publicada por la Universal Drafting Machine Corporation, Cleveland, Ohio.

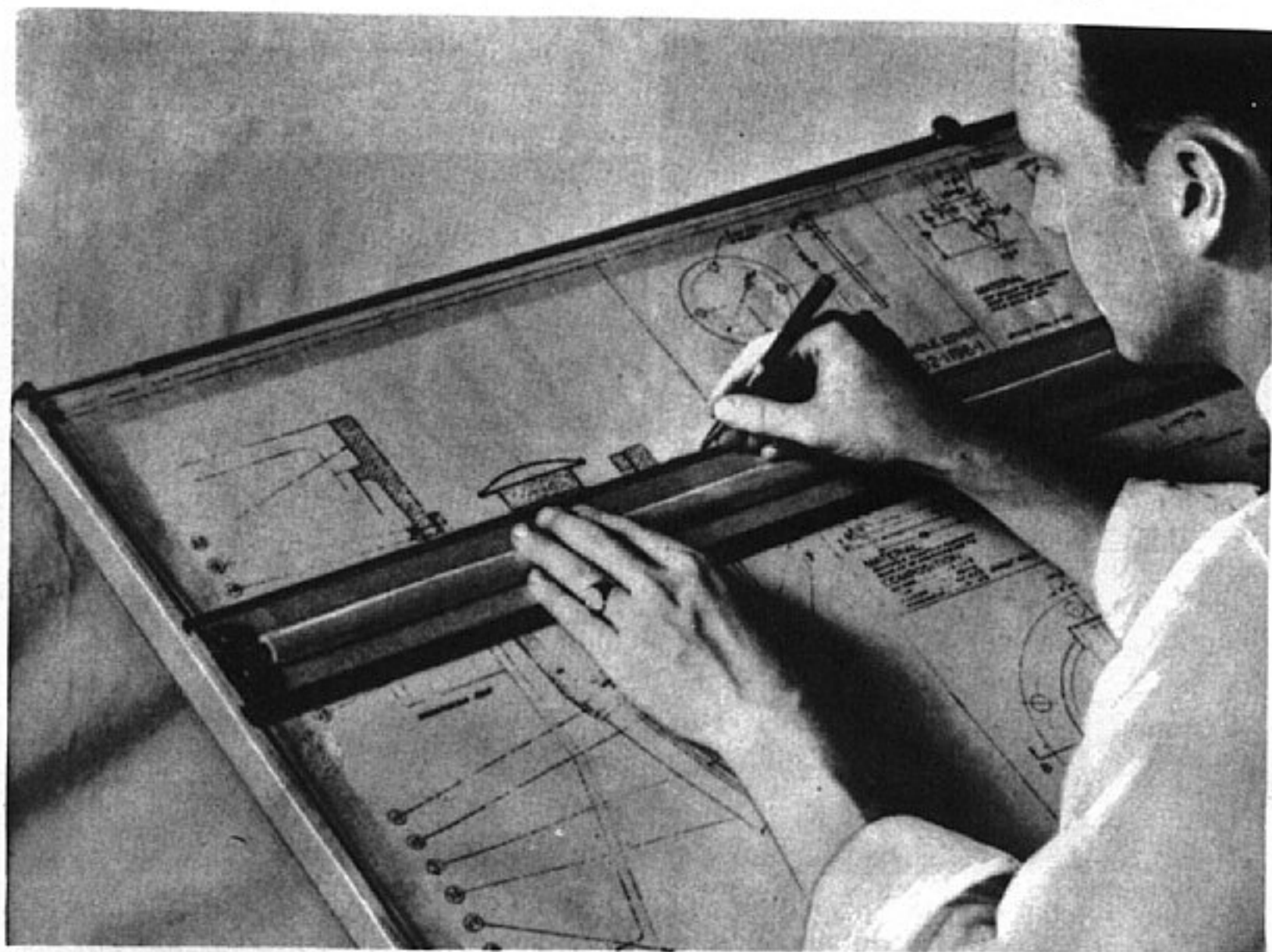


Fig. 2-13 Regla corredera. (Eugene Dietzgen Company.)

2.17 Reglas graduadas. La medición de longitudes y distancias en un plano se lleva a cabo por medio de reglas graduadas. Las reglas van marcadas con diferentes divisiones, según el uso que se va a hacer de ellas. Generalmente se emplean tres tipos de reglas.

2.18 Reglas para ingenieros mecánicos (Fig. 2-14). Están divididas en pulgadas o fracciones de pulgada.

Las escalas corrientes son:

Sin reducción, 1 pulg. dividida para leer 32 avos.

Escala mitad, $\frac{1}{2}$ pulg. dividida para leer 16 avos.

Escala un cuarto, $\frac{1}{4}$ pulg. dividida para leer 8 avos.

Escala un octavo, $\frac{1}{8}$ pulg. dividida para leer cuartos.

Estas escalas se emplean para representar elementos de máquinas u objetos que no requieren gran reducción.

2.19 Reglas para arquitectos (Figura 2-15). Divididas para leer las medidas en pies y pulgadas. Las escalas corrientes son:

Sin reducción, $12'' = 1'-0''$

Escala $\frac{1}{4}$, $3'' = 1'-0''$

Escala $\frac{1}{8}$, $1\frac{1}{2}'' = 1'-0''$

Escala $\frac{1}{12}$, $1'' = 1'-0''$

Escala $\frac{1}{16}$, $\frac{3}{4}'' = 1'-0''$

Escala $\frac{1}{24}$, $\frac{1}{2}'' = 1'-0''$

Escala $\frac{1}{32}$, $\frac{3}{8}'' = 1'-0''$

Escala $\frac{1}{48}$, $\frac{1}{4}'' = 1'-0''$

Escala $\frac{1}{64}$, $\frac{3}{16}'' = 1'-0''$

Escala $\frac{1}{96}$, $\frac{1}{8}'' = 1'-0''$

Escala $\frac{1}{128}$, $\frac{3}{32}'' = 1'-0''$

Estas escalas se aplican para dibujar edificios o representaciones de instala-

Fig. 2-14 Regla para Ingenieros mecánicos.

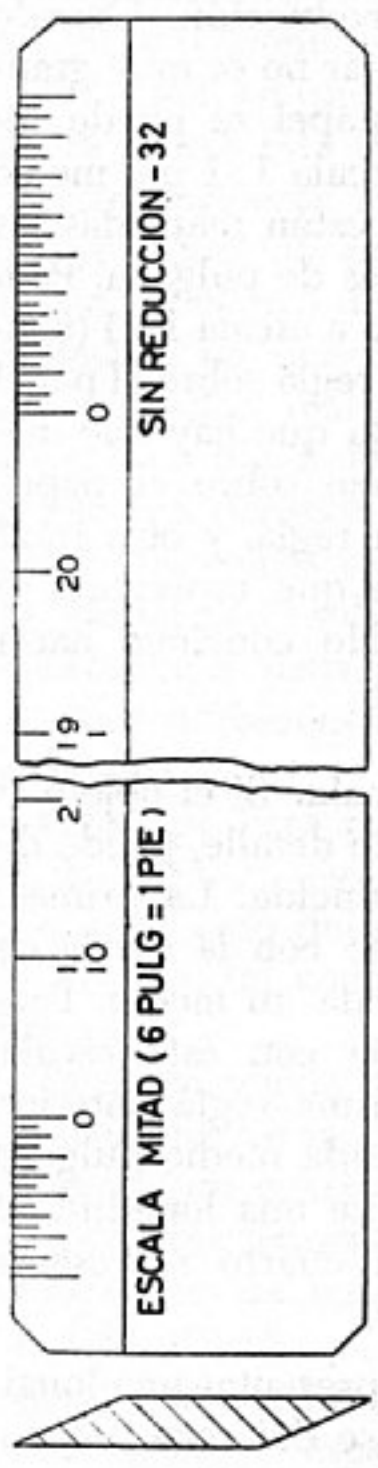


Fig. 2-15 Regla para arquitectos.

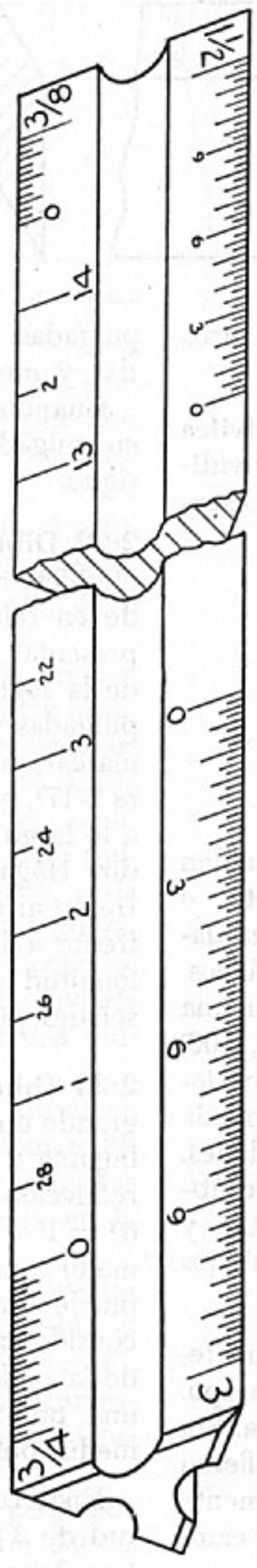
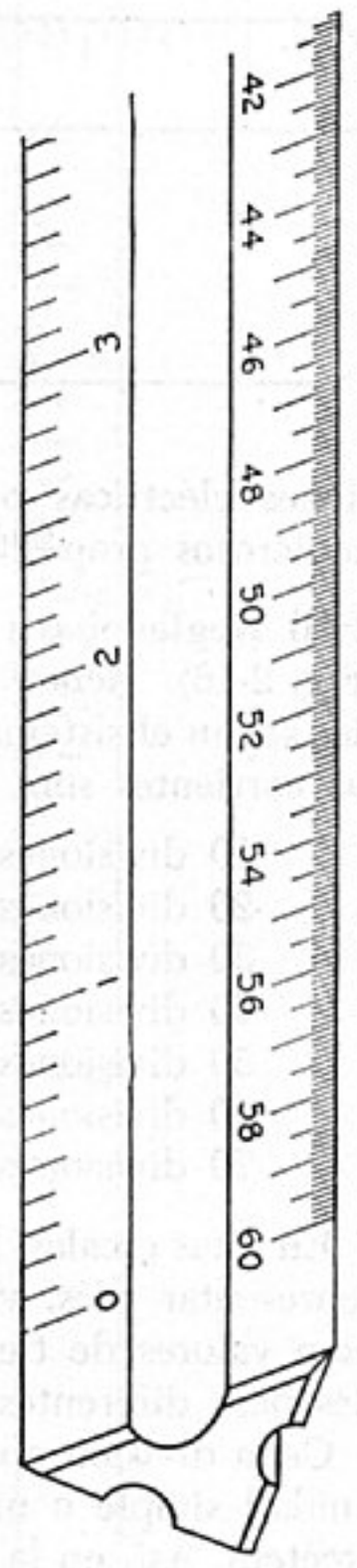


Fig. 2-16 Regla para Ingenieros civiles.



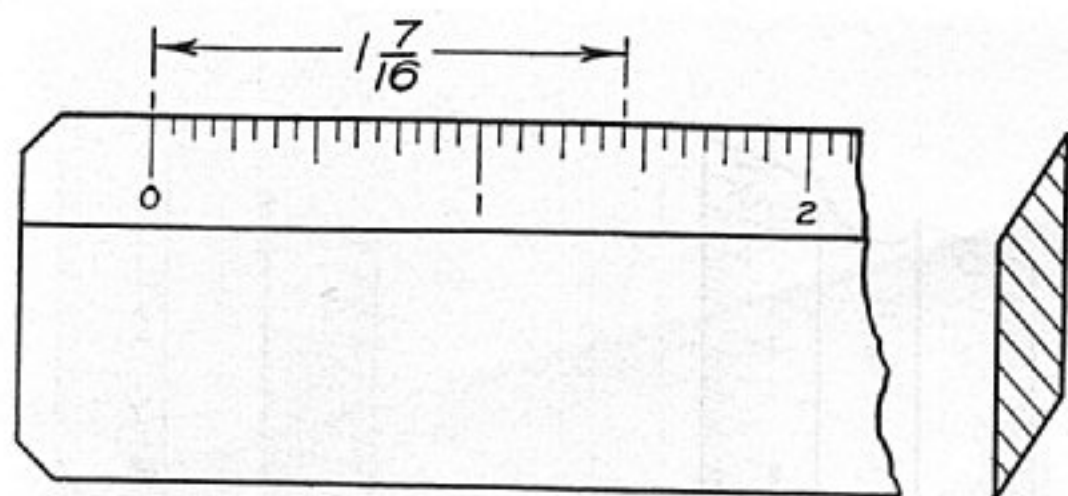


Fig. 2-17 Ejemplo de una medición ($1 \frac{7}{16}$ ").

ciones eléctricas o mecánicas y otros numerosos propósitos.

2-20 Reglas para ingenieros civiles (Fig. 2-16). Tienen las pulgadas divididas según el sistema decimal. Las escalas corrientes son:

- 10 divisiones por pulgada
- 20 divisiones por pulgada
- 30 divisiones por pulgada
- 40 divisiones por pulgada
- 50 divisiones por pulgada
- 60 divisiones por pulgada
- 70 divisiones por pulgada

En estas escalas, las pulgadas pueden representar pies, varas, millas, etc., o bien valores de tiempo u otras unidades para diferentes diagramas gráficos.

Cada división puede representar una unidad simple o múltiplos de 10, 100, etcétera. Así, en la regla de 20 divisiones por pulgada, cada pulgada puede representar 20, 200 ó 2.000 unidades.

Estas reglas son particularmente útiles a los ingenieros que proyectan y construyen carreteras u otros trabajos públicos.

2-21 Escalímetros. Son reglas que llevan varias escalas en un solo cuerpo. Su uso está muy extendido hoy día. Sin embargo muchos dibujantes prefieren reglas individuales, principalmente cuando no se requieren frecuentes cambios de escala.

El signo (') se refiere a pies y el (") a

pulgadas. Así, tres pies y cuatro pulgadas y media, se escriben: $3' - 4 \frac{1}{2}"$.

Cuando todas las dimensiones vienen en pulgadas, generalmente se omite el signo.

2-22 Dibujos sin reducción. Cuando el objeto a representar no es muy grande en relación al papel se puede representar aquél a escala 1 : 1 por medio de la regla en que están marcadas las pulgadas y fracciones de pulgada. Para marcar una distancia a escala 1 : 1 (figura 2-17), póngase la regla sobre el papel a lo largo de la recta que hay que medir. Hágase un trazo sobre el papel, frente al cero de la regla, y otro trazo frente a la división que representa la longitud deseada. No conviene hacer señales puntiformes.

2-23 Dibujos a escala. Si el objeto es grande o no requiere detalle, puede dibujarse a escala reducida. La primera reducción se obtiene con la escala de $6" = 1' - 0"$, o escala un medio. Para medir una distancia con esta escala, puede usarse la misma regla anterior, considerando que cada media pulgada de la regla representa una longitud de una pulgada, cada cuarto representa media pulgada, etc.

EJEMPLO: Para representar una longitud de $3 \frac{5}{8}"$, pártase del cero y cuéntese 3 medias pulgadas y cinco octavos de la siguiente media pulgada, tal como

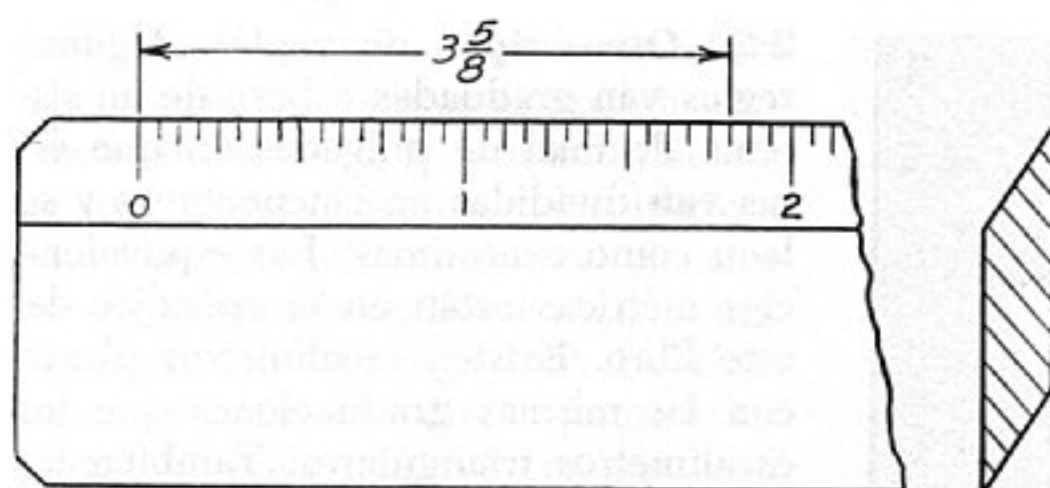


Fig. 2-18 Ejemplo de medición a escala mitad.

se muestra en la figura 2-18. No conviene dividir las dimensiones por dos, sino que es preferible *pensar con valores sin reducción*.

Ello ahorrará tiempo y evitará errores. Si se dispone de una regla de escala reducida, en que $\frac{1}{2}'' = 1''$ (fig. 2-14) podrá usarse ésta directamente.

Si se requieren representaciones con mayor reducción, puede aplicarse la escala a un cuarto de las reglas para arquitectos, en que $3'' = 1' - 0''$. Cada tres pulgadas, reales, de la regla equivalen a un pie. Esta distancia de 3 pulgadas está dividida en 12 partes, cada una de las cuales representa una pulgada, y cada parte subdividida en octavos. Apréndase a pensar que cada una de las doce divisiones representa una pulgada real.

EJEMPLO: Para marcar una distancia de $1' - 0 \frac{1}{2}''$ (fig. 2-19) se toman los pies a un lado del cero y las pulgadas en el otro, tal como se muestra en la figura.

También puede usarse, de las reglas para ingenieros mecánicos (fig. 2-14), la de escala un cuarto, en que $\frac{1}{4}'' = 1''$.

Para otras reducciones se emplean escalas como las mostradas en las figuras 2-14 y 2-15.

Para representar elementos pequeños pueden usarse escalas en que $24'' = 1' - 0''$, para vistas a escala doble, o ampliaciones de 10, 20, etc.

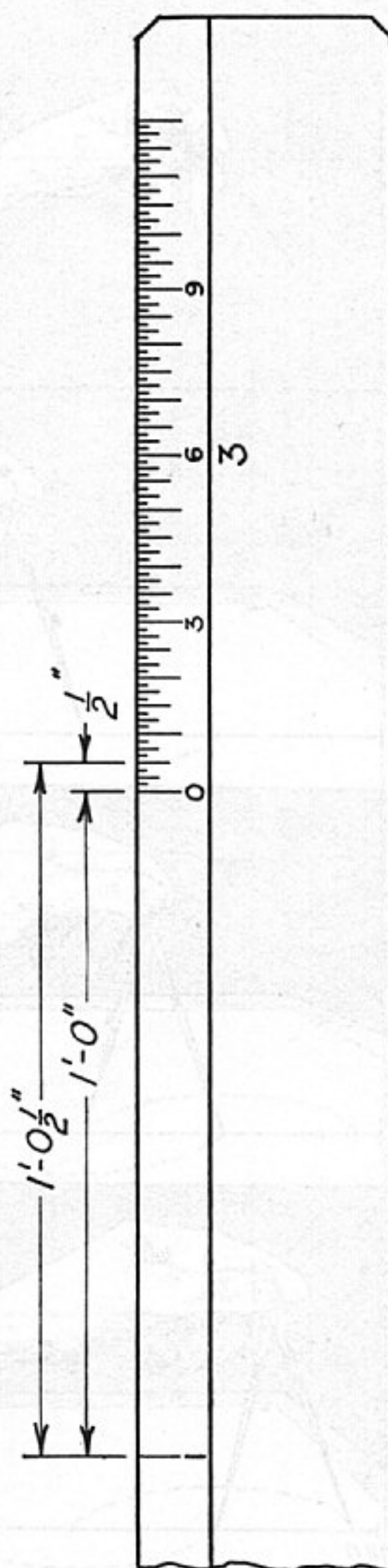


Fig. 2-19 Lectura de la regla.

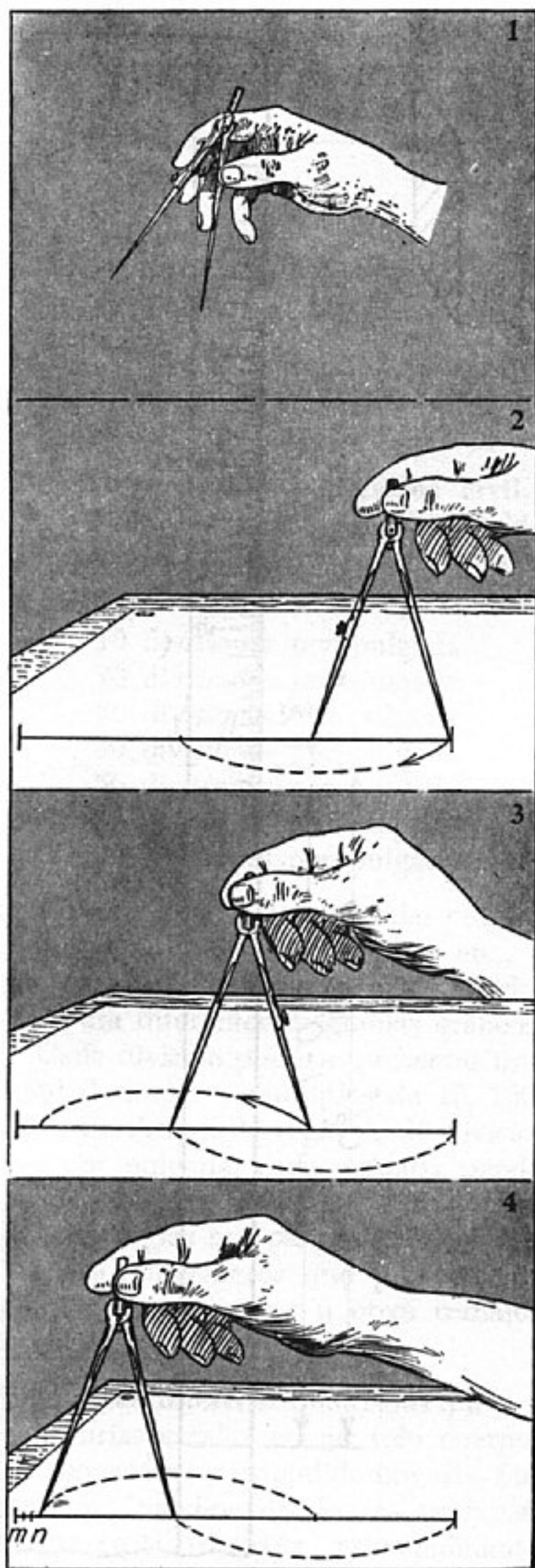


Fig. 2-20 Manejo del compás de puntas secas. Hay que evitar que varíe incidentalmente la abertura.

2-24 Otros tipos de reglas. Algunas reglas van graduadas a base de un sistema decimal de pulgadas en que éstas van divididas en cincuentavos y se leen como centésimas. Las equivalencias métricas están en el apéndice de este libro. Existen escalímetros planos con las mismas graduaciones que los escalímetros triangulares. También los hay para escalas correspondientes a $4'' = 1' - 0''$ y $2'' = 1' - 0''$ pero se usan muy raramente.

2-25 Indicación de la escala. Hay que poner en el dibujo la escala a la cual se ha hecho. Se indica en el título o junto a cada vista, si hay varias a diferente escala.

EJEMPLOS:

Escalas para ingenieros mecánicos:

Escala sin reducción $1'' = 1''$

Escala un medio $1\frac{1}{2}'' = 1''$

Escalas para arquitectos:

$6'' = 1' - 0''$

$3'' = 1' - 0''$

$1\frac{1}{2}'' = 1' - 0''$

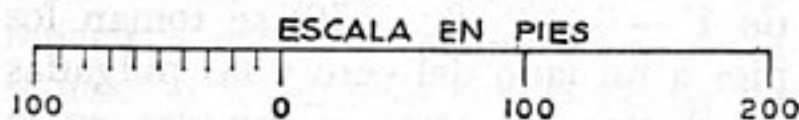
Escalas para ingenieros civiles:

$1'' = 100$ pies

$1'' = 200$ millas

Algunas veces se reproduce gráficamente la escala junto al mapa o dibujo.

EJEMPLO:



2-26 División y transporte de segmentos. Se hace utilizando el compás o la bigotera de puntas secas.

Los compases de puntas secas se manejan con una sola mano (generalmente la derecha) y se ajustan como indica la figura 2-20, casilla 1.

En la figura 2-20 se ilustra el método para dividir en tres partes iguales un segmento. Es por tanteo y se procede como sigue:

Se abre el compás hasta que la distancia entre sus puntas es aproximadamente un tercio de la longitud del segmento a dividir. Se hace coincidir una de las puntas del compás con el extremo del segmento dado mientras la otra se apoya sobre él (fig. 2-20, 2). Utilizando entonces este último punto como centro, se hace girar el compás hasta que la primera punta cae en el segmento (figs. 2-20, 3). Se repite la operación como se indica en la casilla 4.

Si la punta del compás coincide con el extremo del segmento, la distancia que habíamos fijado entre las puntas de aquél es el tercio buscado. Caso contrario, ajustaremos el compás en más o en menos, según la punta haya caído dentro o fuera del segmento, un tercio aproximadamente de la distancia mn (fig. 2-20, 4) y, con la nueva abertura del compás, repitiremos la operación. Dos o tres tanteos, generalmente, bastan.

Para dividir segmentos en cuatro, cinco o más partes iguales, se procede exactamente igual, pero las correcciones serán de un cuarto, un quinto, etc., del error.

Las circunferencias, y en general las curvas, se dividen en partes iguales siguiendo el mismo método expuesto pero con la excepción de que las distancias entre las puntas del compás se toman como cuerdas de la curva.

El pequeño tornillo que lleva el compás a la mitad de uno de sus brazos sirve para hacer pequeños ajustes de distancia entre sus puntas, al acortar o alargar el brazo correspondiente.

2.27 División de un segmento en cualquier número de partes iguales por medio de una regla graduada. Se procede tal como indican las casillas de la figura 2-21. El segmento AB se tiene que dividir en nueve partes igua-

les. Trácese la perpendicular AC por uno de los extremos del segmento (ca-

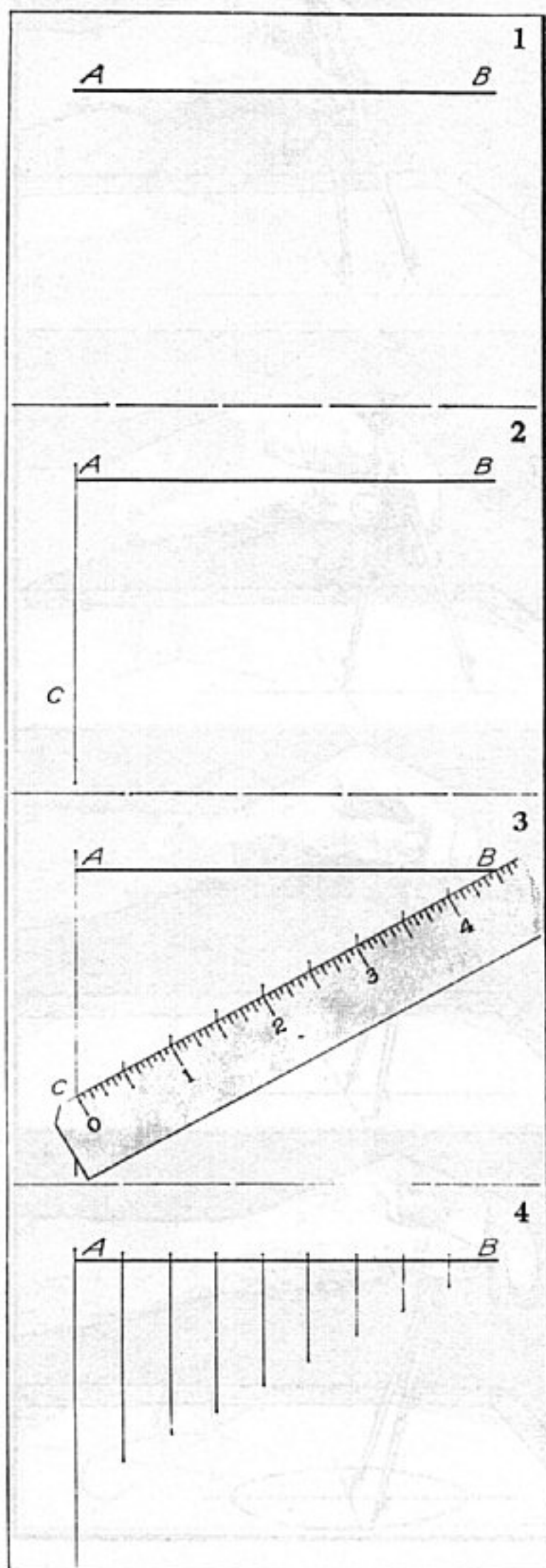


Fig. 2-21 División de un segmento (con la regla graduada).

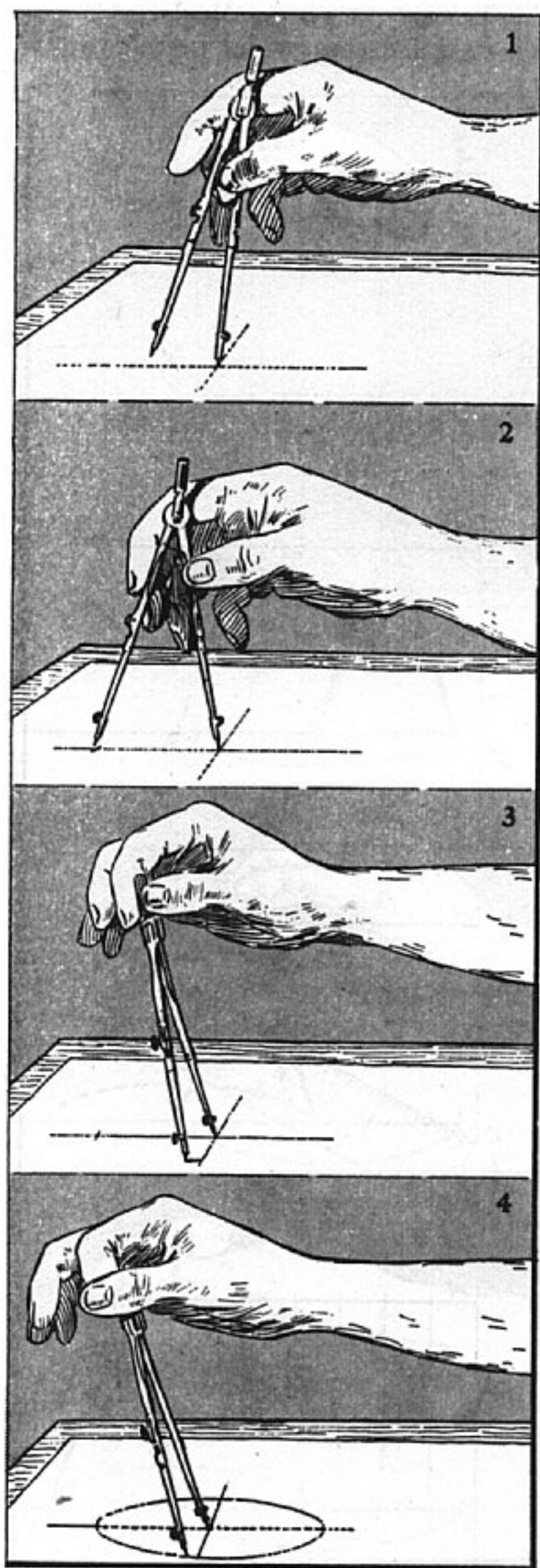


Fig. 2-22 Manejo del compás trazador. No hay que apretar la punta seca contra el papel.

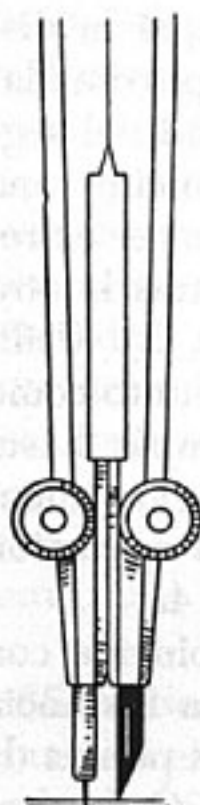


Fig. 2-23 Izquierda: ajuste de las puntas.

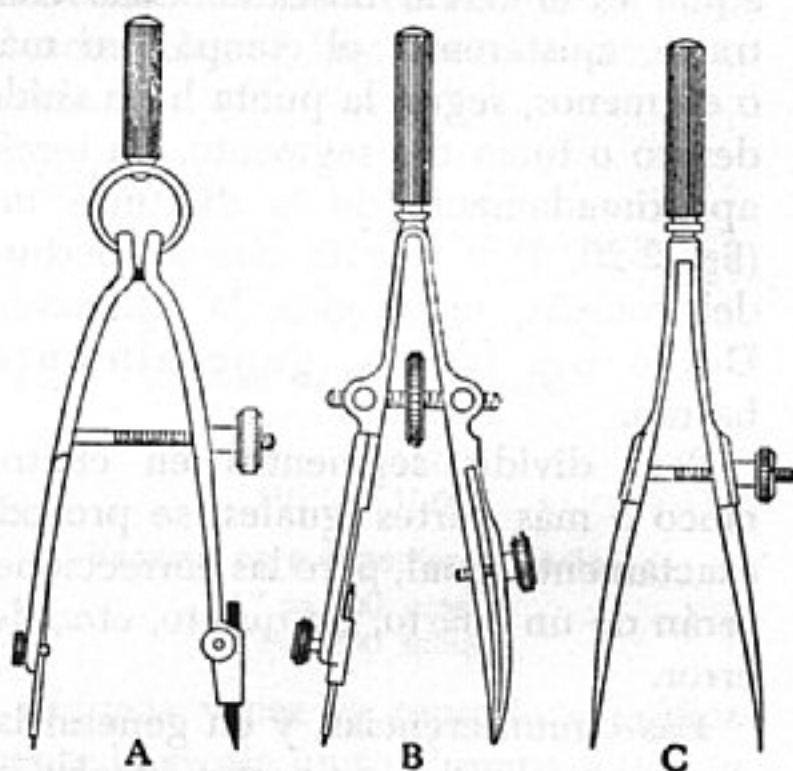
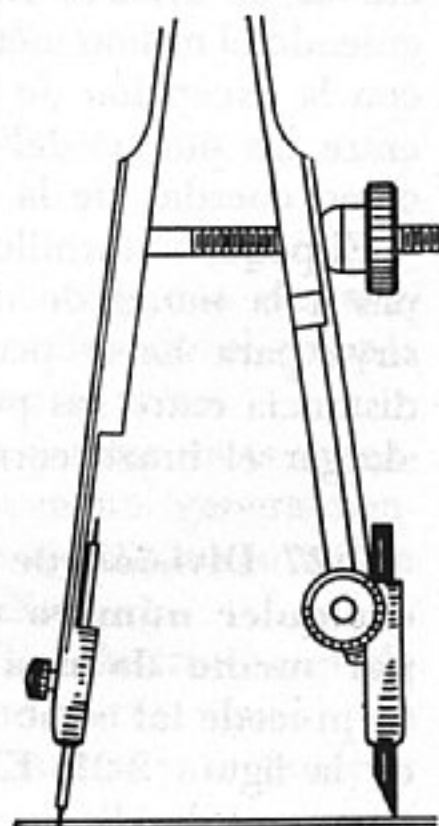


Fig. 2-24 Abajo: juego de bi-goteras.

Fig. 2-25 Derecha: ajuste de las puntas. A detailed side-view diagram of the right leg of a compass, showing the adjustment of the needle point and the pencil lead point.



silla 2). Aplíquese la regla graduada de manera que entre el otro extremo y la perpendicular se abarquen nueve divisiones, y márquense dichas divisiones (casilla 3). Las rectas perpendiculares al segmento que pasan por estos puntos dividirán al mismo en las nueve partes iguales buscadas (casilla 4). La construcción geométrica en que se basa este método se explica en el párrafo 4.6.

2.28 Compases. Las vistas de los dibujos se componen de trazos rectilíneos y trazos curvos. Muchas de las líneas curvas son circunferencias o arcos de circunferencia. Para radios de 25 mm o más se usan los compases normales (fig. 2-22). Los compases normales miden unos 15 cm de altura. Los brazos pueden dejarse rectos para radios de menos de 50 mm, cuando se usa punta de lápiz. Para radios superiores, los brazos deben acodarse de manera que las puntas queden perpendiculares al papel.

2.29 Manejo de los compases. Antes de trazar los arcos hay que afinar la mina, tal como muestra la figura 2-23. Luego se ajustan las puntas, de manera que la punta seca quede *ligeramente más larga* que la mina.

Los compases se manejan con una sola mano, que acostumbra a ser la derecha (fig. 2-22). Se abren con los dedos pulgar y medio (casilla 1) y se ajustan emplazando la punta seca sobre el centro y moviendo el otro brazo con los dedos índice y medio (casilla 2). Una vez ajustado el radio, levántense los dedos hasta coger el mango (casilla 3) y hágase girar el compás rodando el mango entre los dedos índice y pulgar. Iníciase el arco por la parte inferior y gírese en el sentido de las agujas de un reloj (casilla 4), inclinando ligeramente el compás en el sentido de avance del trazado. Procurar no presionar la pun-

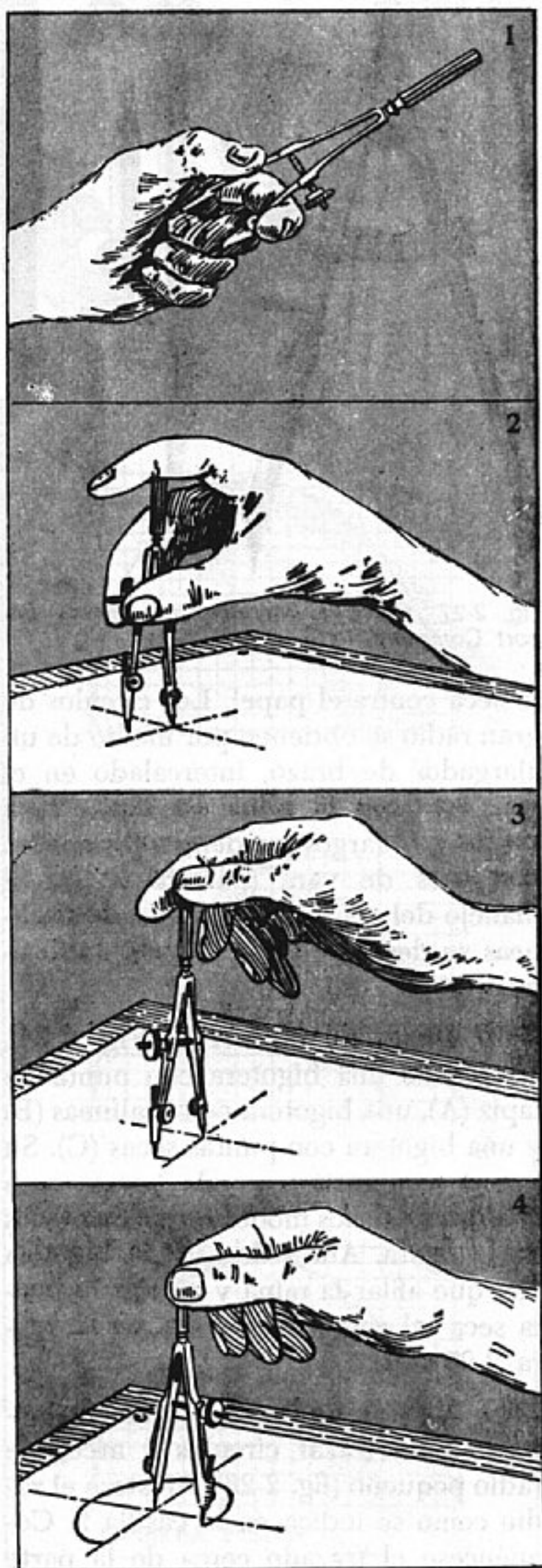


Fig. 2-26 Manejo de la bigotera para trazar círculos pequeños.

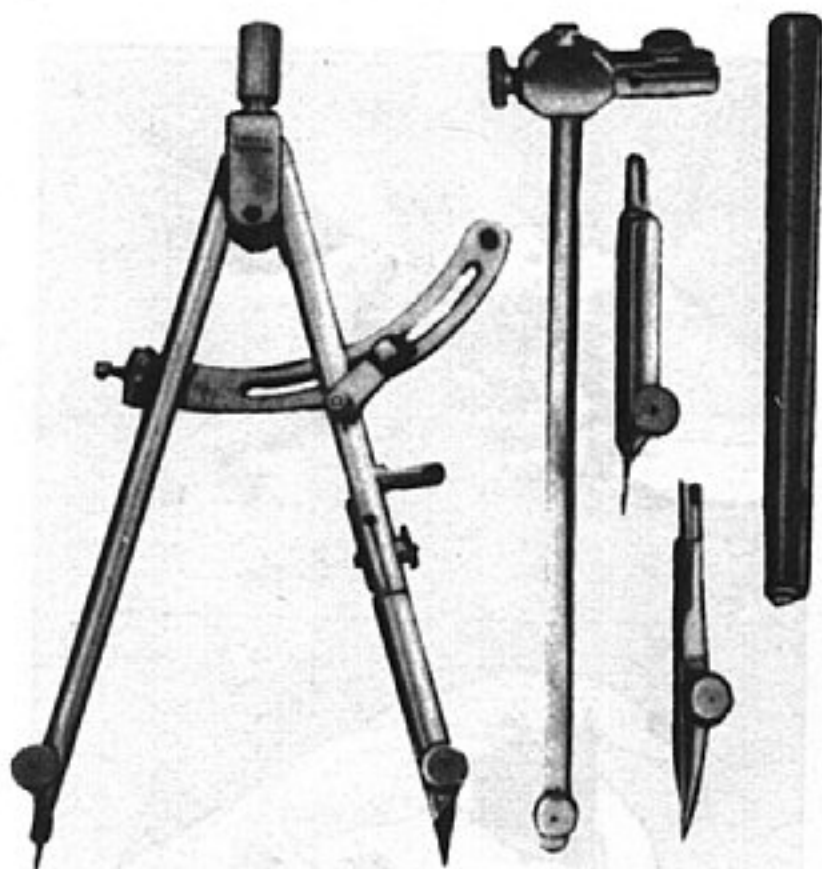


Fig. 2-27 Compás universal. (Gramercy Import Company, Inc.)

ta seca contra el papel. Los círculos de gran radio se obtienen por medio de un alargador de brazo, intercalado en el que contiene la mina de lápiz. Para radios extralargos pueden emplearse los compases de vara (párrafo 2.33). El manejo del compás con punta de tiralíneas se describe en el párrafo 11.6, figura 11.7.

2.30 Juego de bigoterías (Fig. 2-24). Consta de una bigotería con punta de lápiz (A), una bigotería con tiralíneas (B) y una bigotería con puntas secas (C). Su forma constructiva puede parecerse a cualquiera de los modelos representados en la figura. Antes de usar la bigotería hay que afilar la mina y ajustar la punta seca tal como se muestra en la figura 2-25.

2.31 Manejo de las bigoterías. Se emplean para trazar círculos y arcos de radio pequeño (fig. 2-26). Ajústese el radio como se indica en la casilla 2. Comiencese el trazado cerca de la parte inferior del eje vertical de la figura (casilla 3) y gírese en el sentido de las agujas del reloj (casilla 4).

2.32 Compás universal (Fig. 2-27). Mide unos 15 cm y con él se pueden trazar círculos de más de 25 cm de diámetro y es cada vez más apreciado por los dibujantes. Tiene la ventaja de poder usar un solo instrumento en vez de varios. Las puntas de lápiz, de tiralíneas y las puntas secas permiten que el compás universal pueda reemplazar a las bigoterías, los compases normales y los de puntas secas. Estos compases van provistos de un sistema de seguridad para fijar las aberturas deseadas.

2.33 Compases de vara (Fig. 2-28). Se emplean para trazar círculos de radio muy grande. Consisten en una barra a lo largo de la cual pueden deslizarse unos soportes para los diversos tipos de puntas, con lo que estos compases pueden dibujar con tinta, lápiz o servir de transportadores. La longitud de las barras corrientes es de unos 30 cm pero se puede acoplar a una pieza adicional de unos 15 cm, con lo que es posible dibujar círculos de 45 cm de radio. También se encuentran barras más largas para radios de hasta 2,5 m.

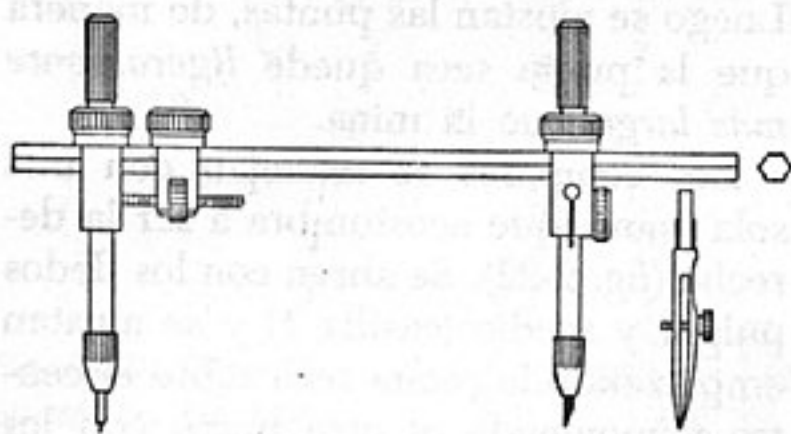


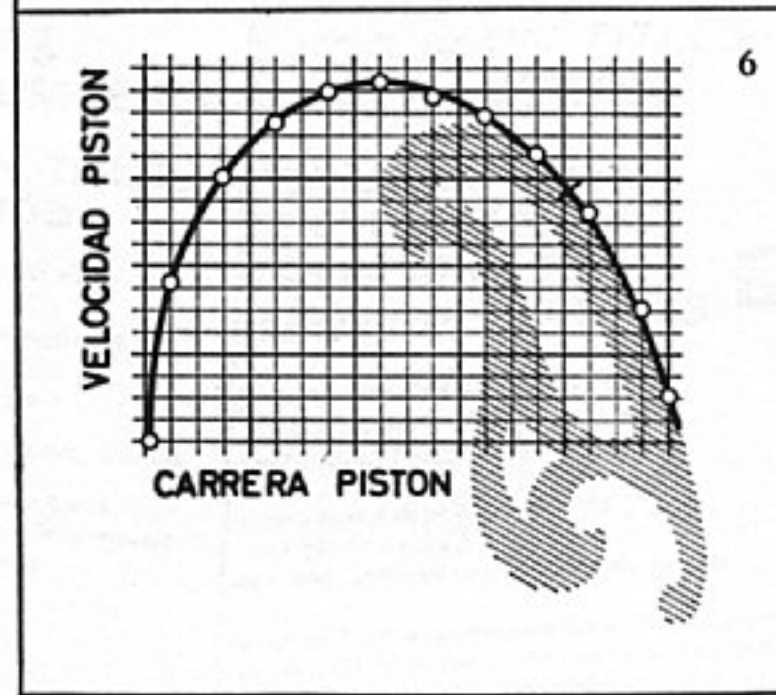
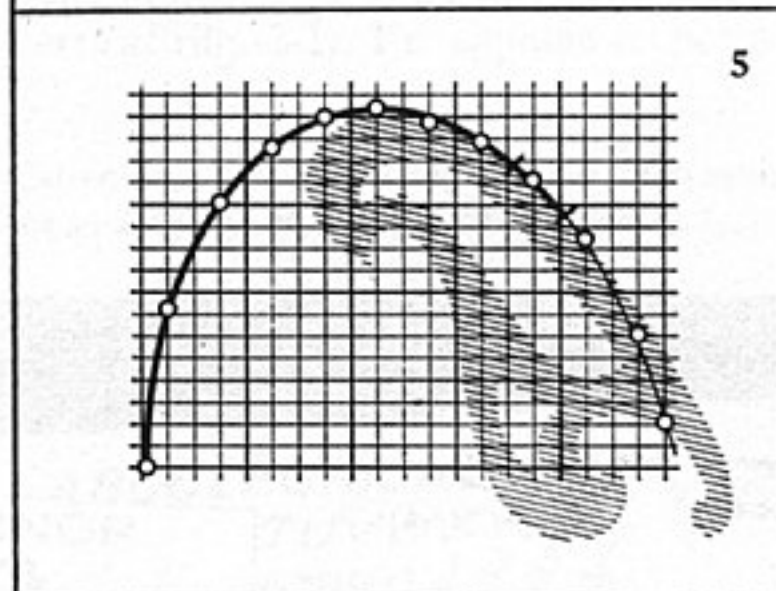
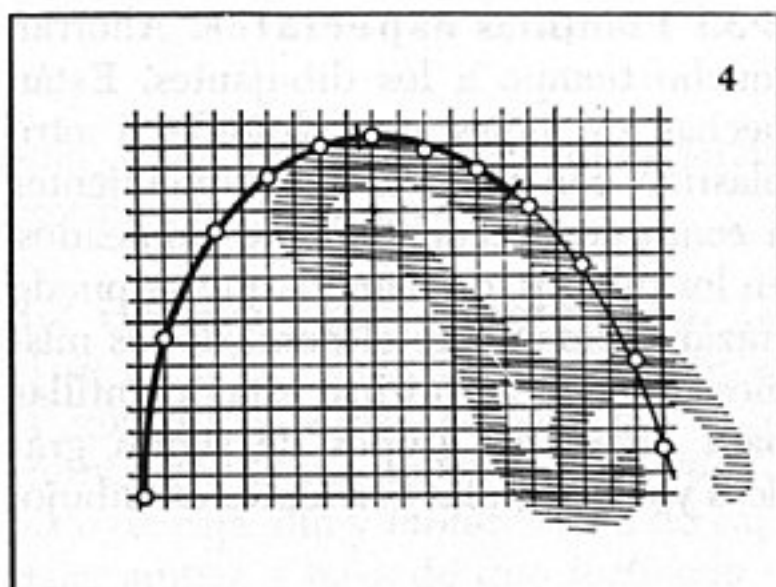
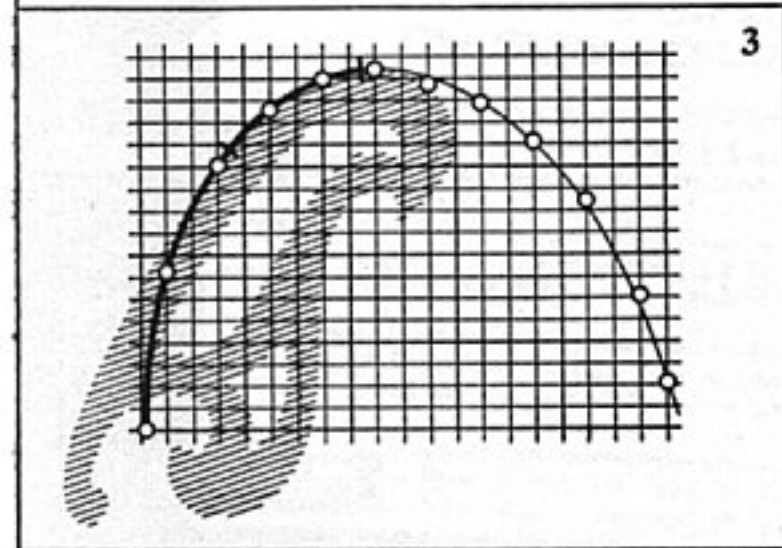
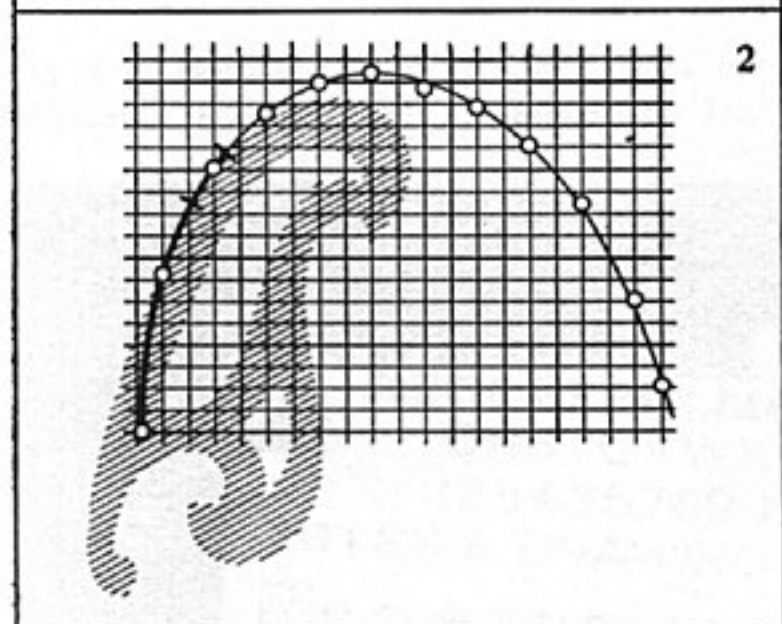
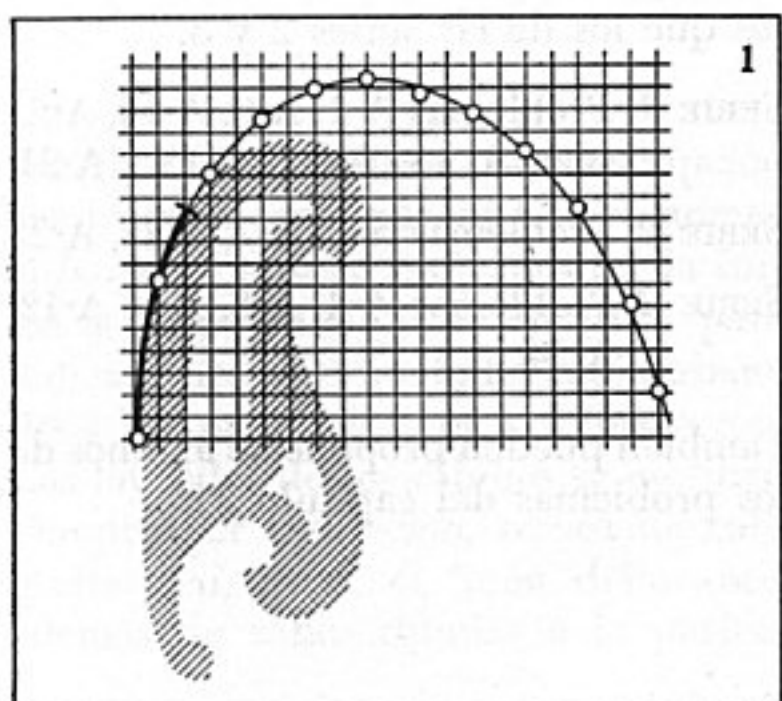
Fig. 2-28 Compás de vara.

2.34 Las curvas se pueden trazar con plantillas apropiadas. Estas adoptan muy diferentes formas, algunas de las cuales se muestran en la figura 2-29. Para valerse de una plantilla, apóyese a sentimiento sobre el tramo a dibujar y

Fig. 2-30 Manejo de las plantillas.→



Fig. 2-29 Plantillas para curvas.



luego váyase desplazando para dibujar los siguientes tramos. Como regla general, en cada nueva posición debe presentarse coincidencia con tres puntos del tramo anterior ya dibujado. Hay que darse cuenta de si el radio de curvatura crece o decrece, con el fin de trabajar con la porción de plantilla apropiada. Conviene que los tramos no sean demasiado largos (ver figura 2-30).

2-35 Plantillas especiales. Ahorran mucho tiempo a los dibujantes. Están hechas de hojas de celuloide u otro plástico con taladros correspondientes a contornos frecuentemente empleados en los dibujos, de manera que se puede trazar rápidamente el perfil de los mismos. Pueden adquirirse estas plantillas para diferentes grupos de signos gráficos y a las escalas corrientes en dibujo.

Con su ayuda se pueden dibujar rápidamente piezas tales como tornillos, tuercas, símbolos eléctricos, arquitectónicos, de fontanería, perfiles de herramientas, etcétera. El empleo de tales símbolos se estudiará en los últimos capítulos.

2-36 Problemas propuestos. Grupo A, página 361. Se presentan tres series. La serie 1 incluye problemas básicos que en general son más elementales que los de las series 2 y 3.

SERIE 1 Problemas A-1, A-6, A-10, A-21
SERIE 1, VARIANTE, A-13 a A-21.

SERIE 2 Problemas A-3, A-7, A-22, A-23

SERIE 3 Problemas A-4, A-8, A-9, A-12, A-24

También pueden proponerse algunos de los problemas del capítulo 24.

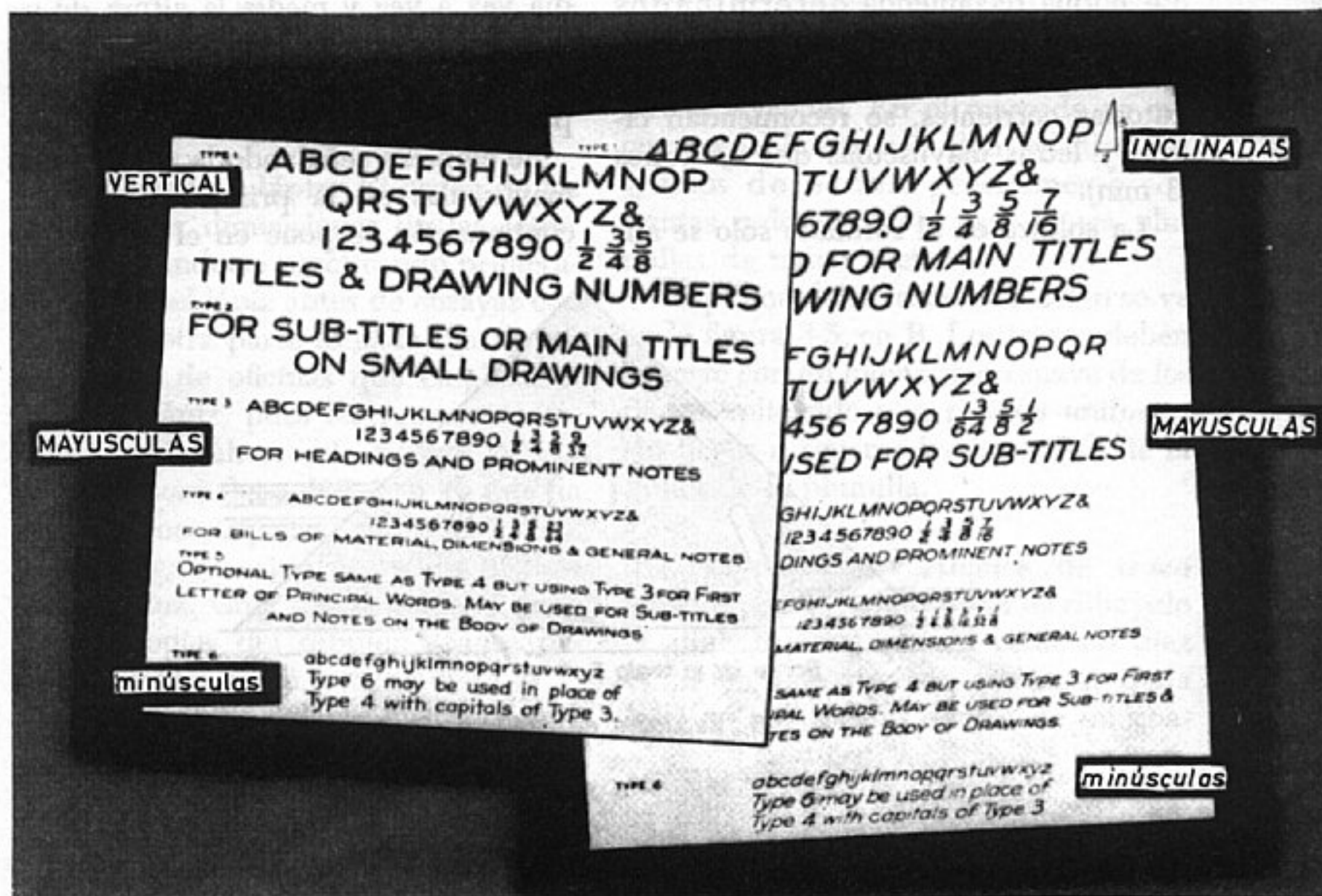
3 Rotulado

3-1 Rotulado. Para la descripción completa de una máquina se requiere: el *lenguaje gráfico* para mostrar la forma y disposición, y la escritura para indicar medidas, métodos de trabajo, tipos de material y otra información. Las leyendas de los dibujos se escriben siempre por *rotulación*, nunca de caligrafía. Así, pues, el buen delineante, además de saber dibujar a la perfec-

ción, debe tener mucha soltura en la escritura a mano.

3-2 Diversos tipos de rotulación. La clase de letra usada corrientemente es la gótica comercial, a base de *trazo simple*. Las letras pueden ser *mayúsculas* o de caja alta y *minúsculas* o de caja baja, ambas a base de tipo *inclinado* o *vertical* (fig. 3-1). En algunas empresas

Fig. 3-1 Normas norteamericanas para letras. (Extractado del American Drafting Standards Manual, Y14.2-1957, con el permiso de The American Society of Mechanical Engineers.)



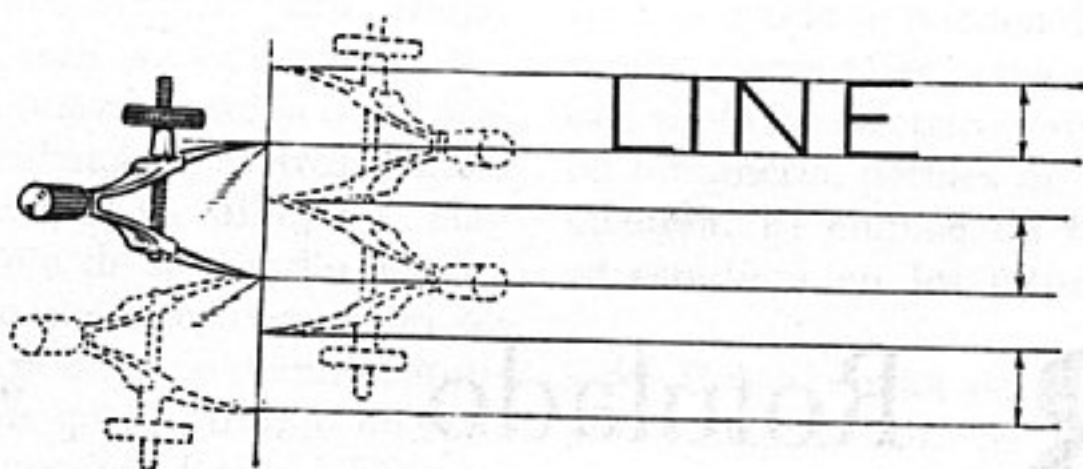


Fig. 3-2 Guías para el interlineado.

se emplea exclusivamente el tipo vertical; en otras el tipo inclinado. Y, finalmente, algunas veces se emplean letras verticales para los títulos y letras inclinadas para dimensiones y notas, u otras combinaciones. El delineante que quiera ocupar una plaza en alguna empresa habrá de adaptarse a la costumbre de la misma.

Para aprender los dos estilos antes indicados, es mejor empezar con el tipo vertical. Los tipos presentados en este capítulo están dentro de las formas admitidas en la norma norteamericana *Drawings and Drafting Room Practice*. La norma recomienda determinados groesos de trazo y alturas de letra según los casos. Para cotas y notas aclaratorias corrientes, se recomiendan cifras y letras mayúsculas de $\frac{1}{8}$ " (unos 3 mm).

La soltura en el rotulado sólo se ad-

quiere con la práctica cuidadosa y constante. El estudio y la práctica dan el dominio perfecto de la forma y dimensiones de cada letra. Períodos cortos de práctica, pero frecuentes, dan maestría en el rotulado. Finalmente hay que combinar las letras uniformemente para obtener palabras fáciles de leer.

3.3 Rectas de guía. Para conseguir letras uniformes, deben trazarse *líneas de guía* que delimitan la altura de las letras. Estas líneas serán de trazo muy fino y a lápiz. La distancia entre líneas de letras se toma generalmente de media vez a vez y media la altura de las mayúsculas. En la figura 3-2 se ha representado un método sencillo para espaciar las líneas de guía.

Se empieza señalando la altura de las mayúsculas en la primera línea, y a continuación se pone en el compás de

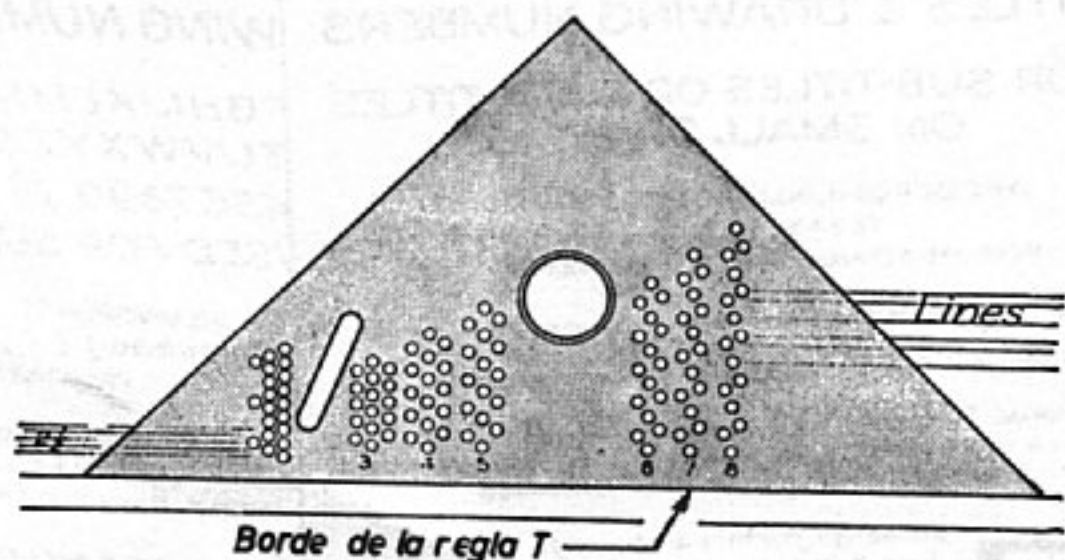


Fig. 3-3 Escuadra de Braddock-Rowe.

puntas secas la distancia escogida entre bordes inferiores de letras, marcando de esta manera dichos bordes inferiores. Haciendo lo mismo con los bordes superiores, tendremos situadas las líneas de guía que necesitamos.

Existen varios instrumentos que simplifican el trazado de las líneas de guía para el rotulado. Entre ellos la escuadra Braddock-Rowe (fig. 3-3) y el Ames (figura 3-4). Las líneas se trazan introduciendo la punta del lápiz en el taladro correspondiente y moviendo la escuadra apoyada en la regla T. Los distintos grupos de taladros, son para diversos tamaños de letra ya sean mayúsculas o minúsculas. Los números indicados corresponden a las alturas de las letras mayúsculas, en 32-avos de pulgada.

3.4 La práctica de escritura de las letras debe preceder lógicamente a la escritura de palabras y frases. Es conveniente poner atención especial a los números y fracciones, pues constituyen parte esencial del acotado de un dibujo. Las instrucciones que se dan en los párrafos 3.7 a 3.12 sirven tanto para el rotulado a lápiz como para el rotulado a tinta.

3.5 Rotulado a lápiz. El orden de los trazos y las dimensiones de las letras deben aprenderse practicando primeramente con el lápiz antes de ensayar con tinta. Por otra parte es cada día mayor el número de oficinas que emplean el dibujo a lápiz, pues les representa un considerable ahorro de tiempo. Úsese un lápiz poco duro, HB, F o H, que da trazos firmes, opacos, sobre el papel. (*Opaco* significa que no refleja ni deja pasar la luz. Con ello se podrán sacar buenas copias del dibujo. Véanse párrafos 11.13 a 11.15.)

La mina debe afilarse de forma que

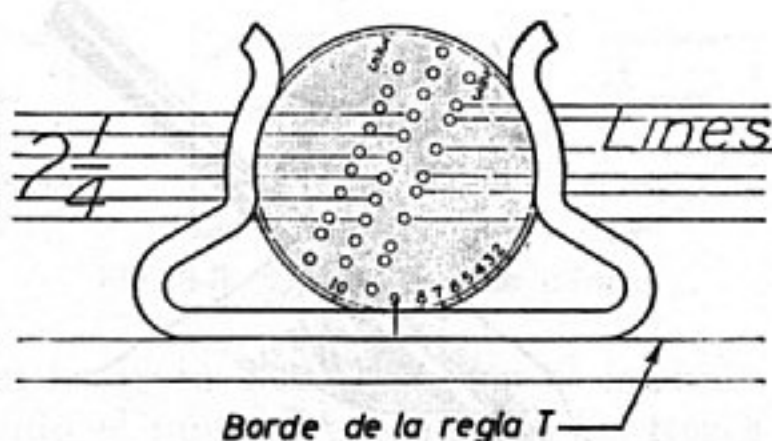


Fig. 3-4 Instrumento Ames para rotular.

se obtenga una larga punta cónica (figura 3-5, en A).

La presión del lápiz sobre el papel debe ser lo más uniforme posible y es conveniente acostumbrarse a hacer rodar el lápiz entre los dedos cada tres o cuatro trazos, para conseguir una mayor uniformidad. El lápiz debe sostenerse en la mano con la fuerza mínima necesaria para controlar los trazos.

3.6 Rotulado a tinta. El término *trazo simple* significa que el grueso de los palos y ganchos de las letras es uniforme e igual al grueso del trazo de la pluma. La pluma de rotular, por tanto, debe hacer trazos uniformes del grueso adecuado al tamaño de la letra, en todas direcciones. En el mercado se encuentran plumas que dan los distintos gruesos deseados, generalmente con puntas redondas. (No usar nunca plumillas de trazar rectas.)

La pluma debe sostenerse como se ve en la figura 3-5, en B. Los trazos deben hacerse con un movimiento suave de los dedos aplicando una presión uniforme sin llegar a separar las laminillas de la punta de la plumilla.

3.7 Mayúsculas verticales de trazo simple. En la figura 3-6 se ha dibujado el alfabeto completo así como las diez cifras en este tipo de escritura. Cada letra se ha trazado dentro de un cua-

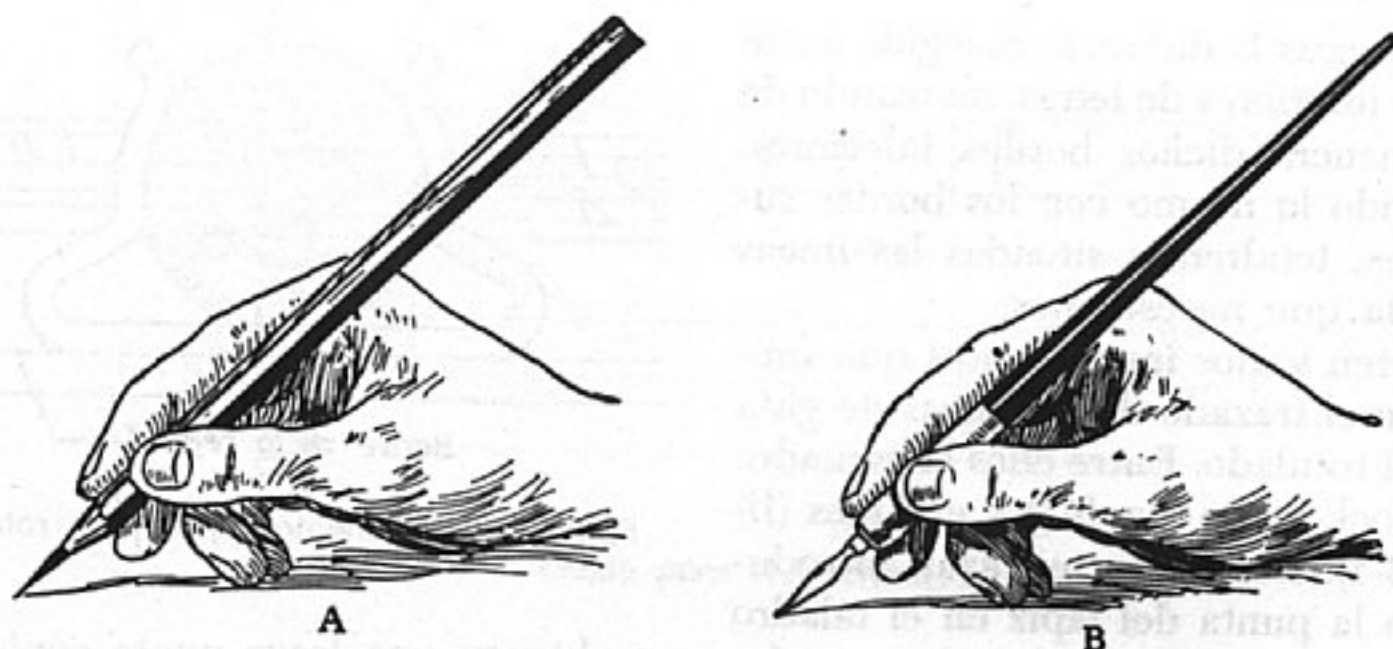


Fig. 3-5 Posición correcta del lápiz y de la pluma para rotular.

drado para permitir observar con mayor facilidad sus proporciones. Obsérvese que mientras las T, Z, X, A, O y Q son cuadradas, las H, L, E, N, etc., son más altas que anchas, y las M y W son más anchas que altas.

Como ya se ha repetido, el primer paso en el estudio del dibujo de letras es la observación de la forma y proporciones de cada una de ellas y el orden de los trazos que las componen. En las letras de la figura se ha indicado, por medio de flechas y números, el orden y sentido de dichos trazos. En general, los trazos verticales se ejecutan

de arriba a abajo y los horizontales de izquierda a derecha. En los países de habla inglesa, se usa el llamado «ampersand» o carácter usado para representar «y»; en la figura 3-7 B, C, y D se ve su forma (en A se indica la construcción del tipo presentado en B).

3.8 Los números requieren, como ya se ha dicho, especial atención. Nótese que su forma difiere bastante, como la de las letras, de los usados en la escritura normal. Esta diferencia es más acentuada en el 2, el 4, el 6, el 8 y el 9.

En la figura 3-8 se muestran otras

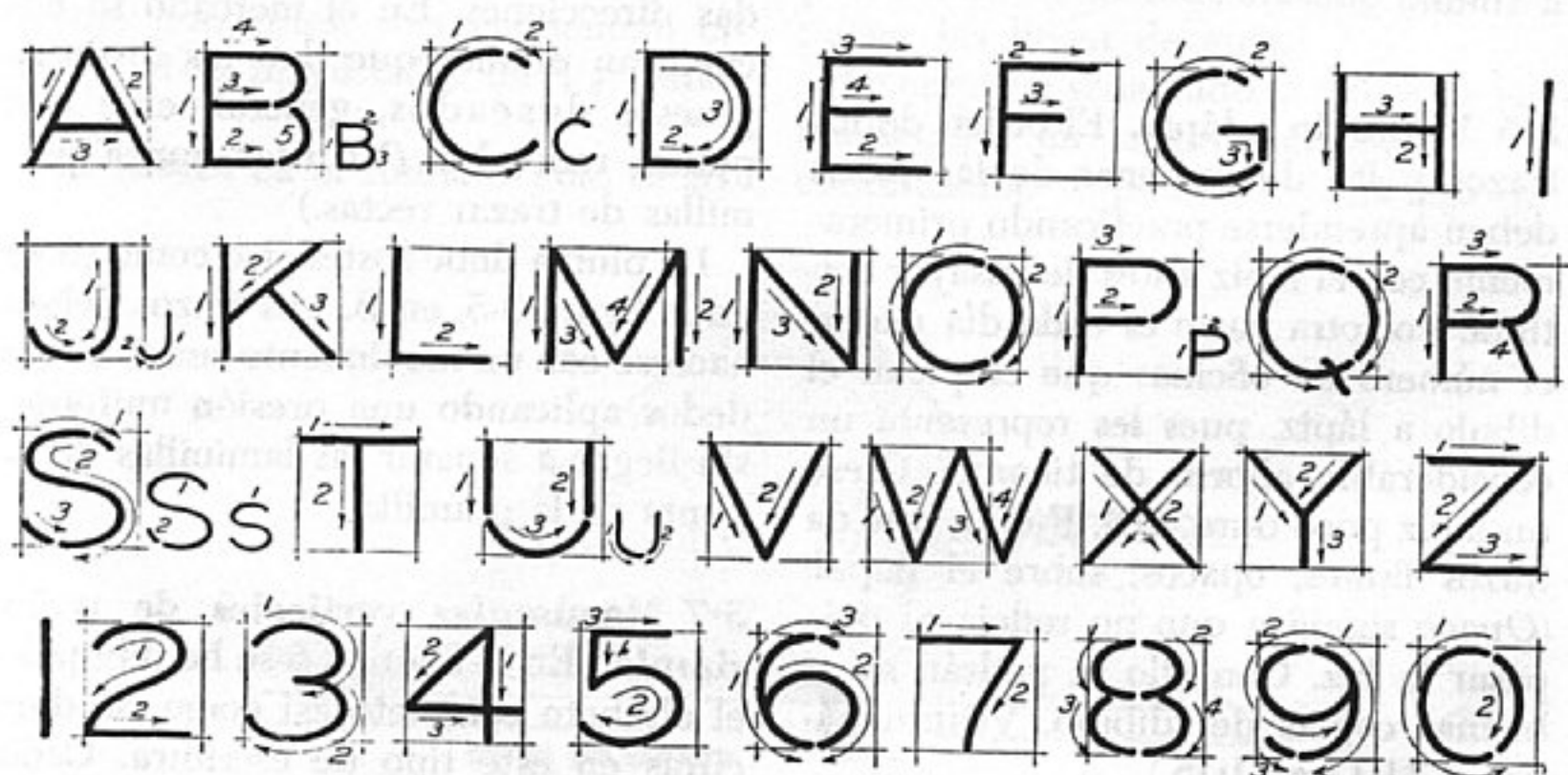


Fig. 3-6 Letras mayúsculas y cifras, verticales, de trazo simple.



Fig. 3-7 Signo que significa «y».



Fig. 3-8 Otros tipos de cifras.

formas para el 3, 4 y 5, empleadas en aviación y otras industrias.

3.9 Quebrados (Fig. 3-9). Se hacen siempre con la línea de cociente horizontal. Los términos de la fracción tienen aproximadamente los dos tercios

en la figura 3-12. También se ha indicado el número y orden de los trazos necesarios para cada letra o cifra. Dos puntos hay que tener siempre presentes en este tipo de escritura: primero, conservar una inclinación uniforme en todas las letras y segundo, conseguir la

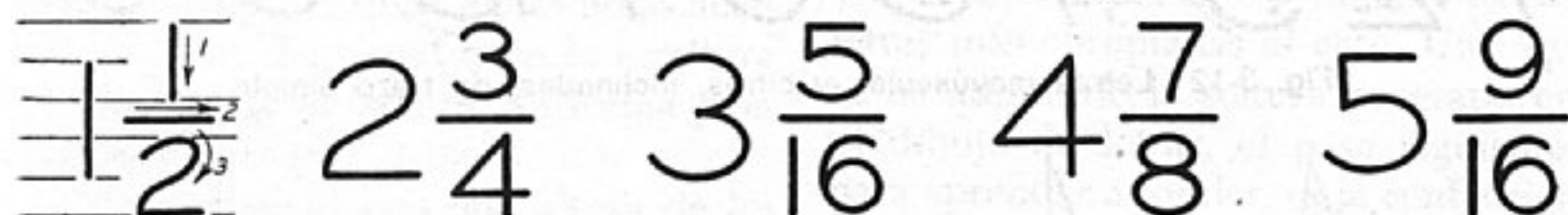


Fig. 3-9 Quebrados.

de la altura de los números enteros. Hay que dejar un pequeño espacio por encima y por debajo de la línea de quebrado.

forma correcta de las partes curvas de las letras redondeadas.

3.10 Minúsculas verticales (Fig. 3-10). La altura del cuerpo es de unos dos

Las líneas inclinadas de referencia pueden trazarse por cualquiera de los métodos ilustrados en la figura 3-13. En A se ha usado la escuadra; en B, una escuadra especial para rotular con án-



Fig. 3-10 Letras minúsculas verticales de trazo simple.

tercios de la de las mayúsculas. Los palos hacia arriba (b, d, f, etc.) llegan hasta la recta superior de guía (fig. 3-11) y los palos hacia abajo (g, j, p, etc.) descienden una distancia igual (fig. 3-11). El monograma de la misma figura 3-11 contiene 18 letras del alfabeto.

gulo de unos 67°, mientras que en C y en D se han utilizado la escuadra Brad-

3.11 Mayúsculas inclinadas. El alfabeto, así como las diez cifras, se dan



Fig. 3-11.



Fig. 3-12 Letras mayúsculas y cifras, inclinadas, de trazo simple.

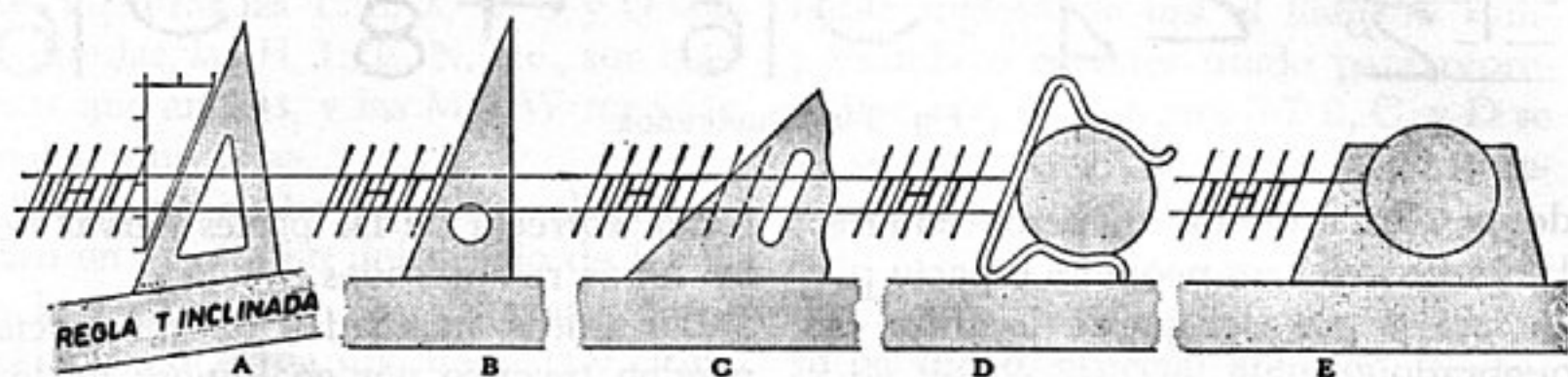


Fig. 3-13 Guías para la inclinación de las letras.



Fig. 3-14



Fig. 3-15



Fig. 3-16 Letras minúsculas, inclinadas, de trazo simple.

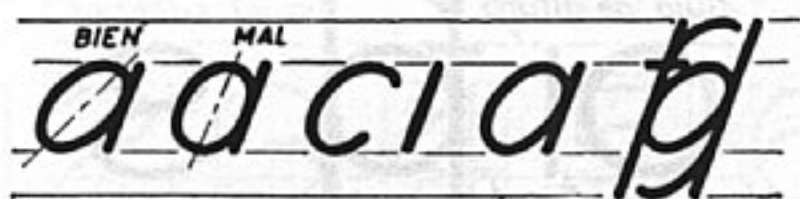


Fig. 3-17

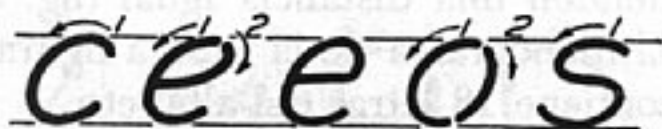


Fig. 3-18

doch-Rowe y el instrumento Ames ya citados. La forma de las letras redondas en escritura inclinada puede verse en la figura 3-14. Nótese que las curvas tienen menor radio en las esquinas superior derecha e inferior izquierda, que en las superior izquierda o inferior derecha. Nótese también el trazo horizontal de la H (fig. 3-15), así como que los trazos de la A, la V y la W forman ángulos iguales a ambos lados del eje de simetría inclinado.

3.12 Las minúsculas inclinadas se acostumbran a utilizar en las notas aclaratorias por dar rapidez en la escritura y claridad en la lectura. Su forma puede verse en figura 3-16.

Sus cuerpos tienen una altura de los dos tercios de la de las mayúsculas, con los palos por arriba hasta la guía superior y los palos hacia abajo de la misma longitud.

Para su estudio pueden dividirse en cuatro grupos:

Grupo I: i j k l t v w x y z
Grupo II: a b d f g p q
Grupo III: h m n r u y
Grupo IV: c e o s

El Grupo I lo forman las letras de trazos rectos. Los trazos deben ser uniformes siguiendo las líneas inclinadas de referencia, que se habrán trazado previamente. Hay que poner mucha atención a los trazos de las letras angulares v, w, x, y, pues sus lados deben formar un mismo ángulo con las líneas de referencia.

Las letras del Grupo II están constituidas por una elipse de eje mayor inclinado 45° y un trazo rectilíneo (figura 3-17).

Las del Grupo III contienen parte de la misma elipse.

Las del Grupo IV, sin embargo, están dibujadas con elipse de la misma forma que las mayúsculas (fig. 3-18).

3.13 Composición. En rotulado, se entiende por composición la distribución y espaciado de palabras y líneas, y la selección del tipo y tamaño de las letras más apropiadas al caso. Una vez se ha adquirido la soltura necesaria en el dibujo de letras, el paso siguiente, para aprender a rotular, es la confección de palabras y frases. Téngase siempre bien presente que el punto más importante es la *uniformidad*. La uniformidad en la altura de las letras se consigue encajándolas perfectamente entre las líneas de referencia; se equilibra el «peso» al procurar que todos los trazos sean del mismo grueso; para uniformizar la inclinación se trazan las líneas de referencia, ya sean verticales o inclinadas; y, finalmente, se consigue un equilibrio de blancos, cuidando el espaciado.

Las letras que constituyen una palabra no se ponen a igual distancia unas de otras, sino que hay que procurar que sus separaciones relativas, o sea, las áreas de los espacios blancos entre ellas, sean iguales, lo que produce la impresión de estar separadas uniformemente.

LETTERING COMPOSITION INVOLVES THE SPACING OF LETTERS WORDS AND LINES AND THE CHOICE OF APPROPRIATE STYLES AND SIZES

Fig. 3-19 Ejemplos de espaciado.

PENCILLED PENCILLED

Fig. 3-20 Letras ensanchadas y letras comprimidas.

Así, dos letras de trazos rectos estarán más distantes entre sí que otras dos redondeadas. Nótese la variación de las distancias entre letras de la palabra «lettering» de la figura 3-19. En general, las letras deben estar lo más juntas posible, sin perder claridad.

El intervalo entre dos palabras no debe ser mayor que la letra de mayor altura o, lo que es lo mismo, entre las

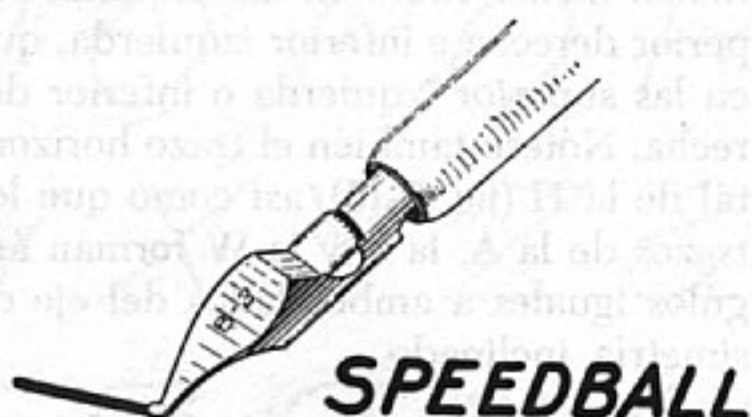


Fig. 3-21 Plumilla de trazo grueso.



Fig. 3-22 Alfabeto gótico comercial.

dos palabras debe caber uno O mayúscula.

Con las bases explicadas, pueden encontrarse muchas variaciones. Las letras pueden ensancharse o comprimirse (fig. 3-20). En tales casos conviene, desde luego, que todas las letras del alfabeto lo hagan en la misma proporción.

En el párrafo 11-11 se explican las formas que pueden adoptar los títulos de los planos.

3-14 Letras de trazo grueso. Hasta ahora se ha visto la forma de rotular con letras normales. Sin embargo, cuando sea necesario emplear letras de gran

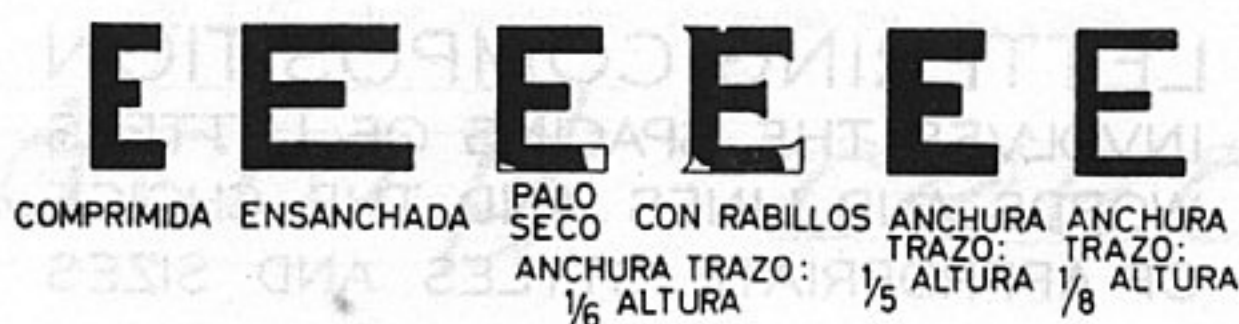


Fig. 3-23 Variantes del alfabeto gótico comercial.

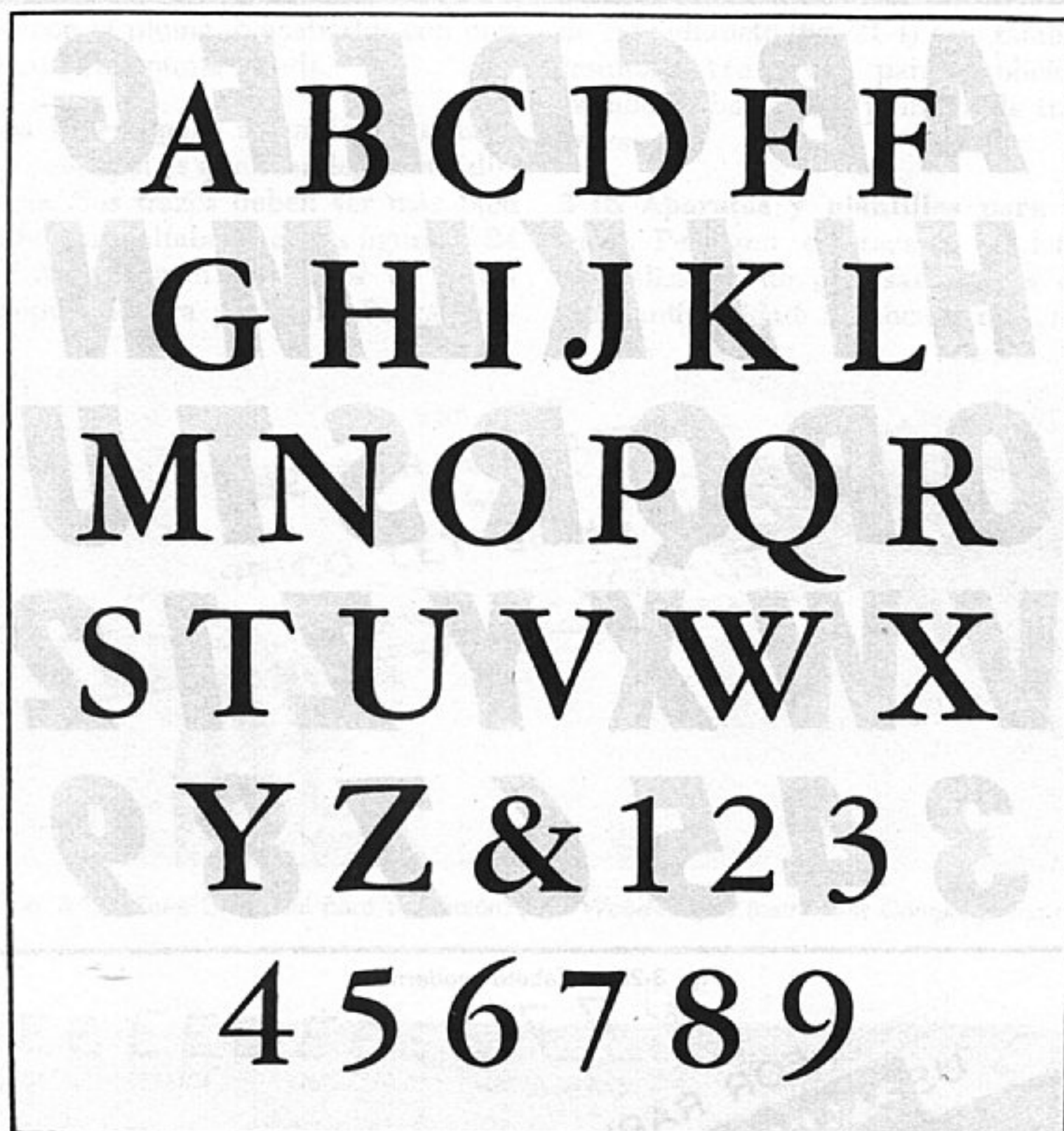


Fig. 3-24 Alfabeto románico.

tamaño, sus trazos deberán ser proporcionalmente regresados.

Con un solo trazo se pueden obtener apreciables gruesos de letras con plumillas especiales como la mostrada en la figura 3-21. Estas plumillas forman juegos con trazos de anchos determinados.

3-15 El alfabeto gótico comercial. En la figura 3-22 se ha dibujado uno de este tipo. Puede dibujarse a mano o, si es demasiado grande, con regla y compás, utilizando un pequeño pincel

para rellenar las letras. En muchos casos se dibuja solamente el contorno de los trazos de las letras, como se ha hecho con las V, W y X de la figura. Las letras de este tipo pueden también ensancharse o comprimirse y tener los extremos rectos (palo seco) o con rabillos (fig. 3-23). El grueso de los trazos oscila entre un octavo y un quinto de la altura de las letras.

Si estas letras se dibujan con plumillas de punta redonda como las mencionadas en el párrafo 3-14, hay que dejar los extremos redondeados, tal como que-



Fig. 3-25 Alfabeto moderno.



ABCDEF GH *W&1234* JKLM9 K90 LM
TUV *KLM* QR abc NOP IJ

Fig. 3-26 Plantilla para rotular. (The Wood-Regan Instrument Company, Inc.)

dan con la pluma, o acabarlos con otra plumilla de punta aguda.

3.16 Letras para anuncios. Su cualidad principal es que sean legibles a distancia. Sus trazos deben ser más bien anchos. Los alfabetos de las figuras 3-24 y 3-25 muestran dos tipos de letras apropiados para anuncios. Podrán en-

de este alfabeto (fig. 21-4) que también resultan atractivas para publicidad cuando se hacen con plumilla de trazo grueso.

3.18 Aparatos y plantillas para rotular. Permiten el trazado de letras normalizadas de diversas alturas con gran uniformidad. Se encuentran en el



Fig. 3-27 Guía Universal para rotulación. (The Wood-Regan Instrument Company, Inc.)



Fig. 3-28 Algunas variaciones obtenidas con la misma guía.

contrarse otros tipos de letras, verticales e inclinadas en buenos anuncios y en otros libros sobre rotulación.¹

3.17 Alfabeto románico (Fig. 21-3). Sus letras se derivan del antiguo alfabeto romano. Muchos arquitectos emplean letras de trazo simple derivadas

mercado diferentes gruesos de plumillas para los correspondientes tamaños. Las guías y las plantillas contienen también muchos símbolos empleados en los planos, tales como símbolos de soldadura, arquitectónicos, eléctricos, etc.

Las plantillas (fig. 3-26) son láminas de plástico con aberturas que corresponden a la forma de las letras y de los números. Las letras se trazan con plumillas especiales que se mueven guiadas por el borde de los taladros. En la ilustración se pueden ver algunos tipos de letras.

¹ Alfabetos para publicidad y artes gráficas de E. Nerdinger y L. Beck, Editorial Gustavo Gili, S. A., Barcelona.

The Art of Lettering de Carl Lars Svensen, D. Van Nostrand Company, Inc. Princeton, N.J.

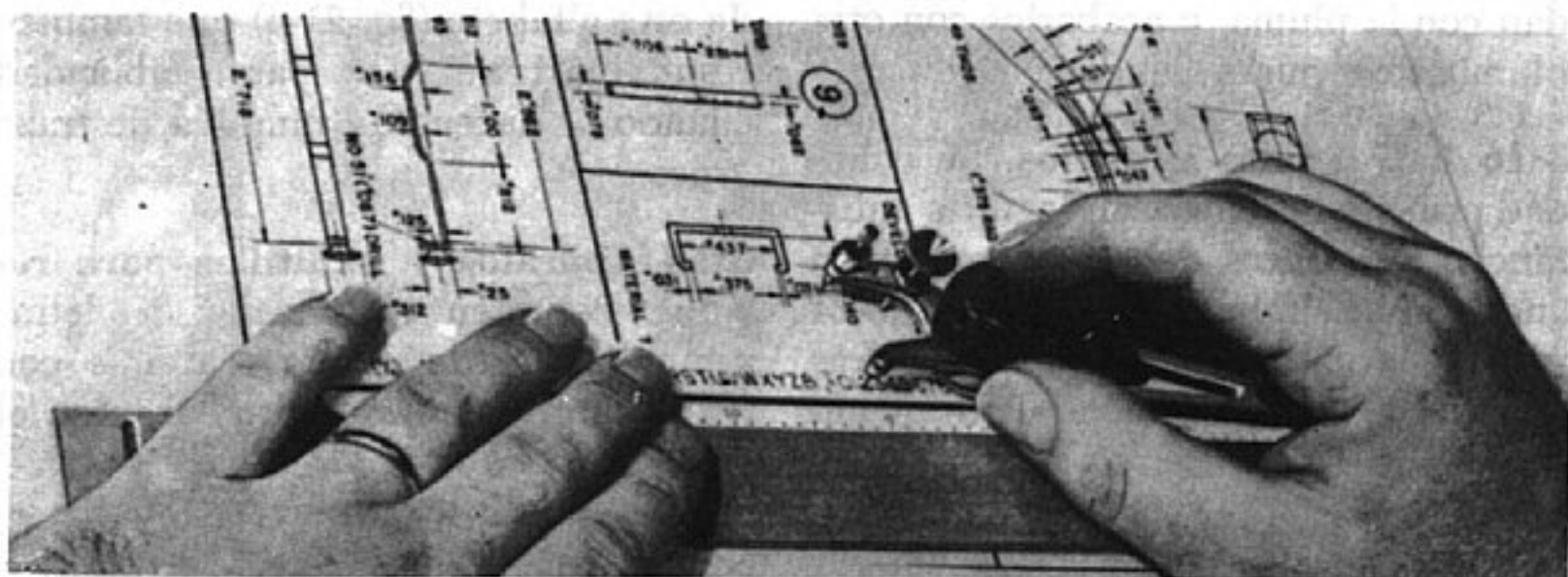


Fig. 3-29 Guía para rotulación. (Kueffel & Esser Co.)

Las guías son láminas de plástico (figuras 3-27 y 3-29) con ranuras que forman las letras. Una punta seguidora recorre las ranuras y va articulada con otra punta trazadora que es la que lleva la tinta y escribe las letras. El instrumento se puede graduar para conseguir varios tamaños y tipos de letras (figura 3-28).

También se encuentran puntas trazadoras de diferentes espesores para los distintos tamaños de letras.

Una de las principales ventajas de estas plantillas y guías es que se puede conseguir una escritura muy uniforme, lo que es muy importante especialmente

cuando han de trabajar conjuntamente varios delineantes.

3.19 Problemas propuestos. Grupo B, página 374. Para aprender a rotular van bien las prácticas cortas pero frecuentes. Los problemas B.1 a B.8 son para rotulado vertical. Los B.9 a B.16 para rotulado inclinado.

Existen libros de ejercicios con las rectas de guía ya dibujadas que van muy bien y ahorran tiempo.¹

¹ *Lessons in Lettering*, tomo I (rotulado vertical) y tomo II (rotulado inclinado) de Thomas E. French y William D. Turnbull, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

4 Construcciones geométricas

4.1 Las construcciones geométricas son de gran aplicación para el trazado de dibujos y para la resolución de problemas por medio de gráficos y diagramas. Las líneas que forman las vistas de los dibujos técnicos generalmente pueden situarse con los instrumentos descritos en el capítulo 2. Algunas veces es necesario, o conveniente, sin embargo, recurrir a construcciones geométricas. El estudiante ha de familiarizarse con las construcciones más corrientes, explicadas en este capítulo.

4.2 Mediatriz de un segmento. Un segmento se puede dividir en dos partes iguales, midiéndolo con regla graduada; por aproximación, con el compás de puntas secas (párrafos 2.26 y 2.27); o geométricamente, como en la figura 4-1.

Con centro en A y B , y radio mayor que la mitad del segmento, trazamos dos arcos que se corten. La recta CD que pasa por los dos puntos de intersección es perpendicular a AB y lo divide en dos partes iguales.

4.3 Levantar la perpendicular a una recta por un punto O sobre la misma. Primer método (fig. 4-2): Con centro

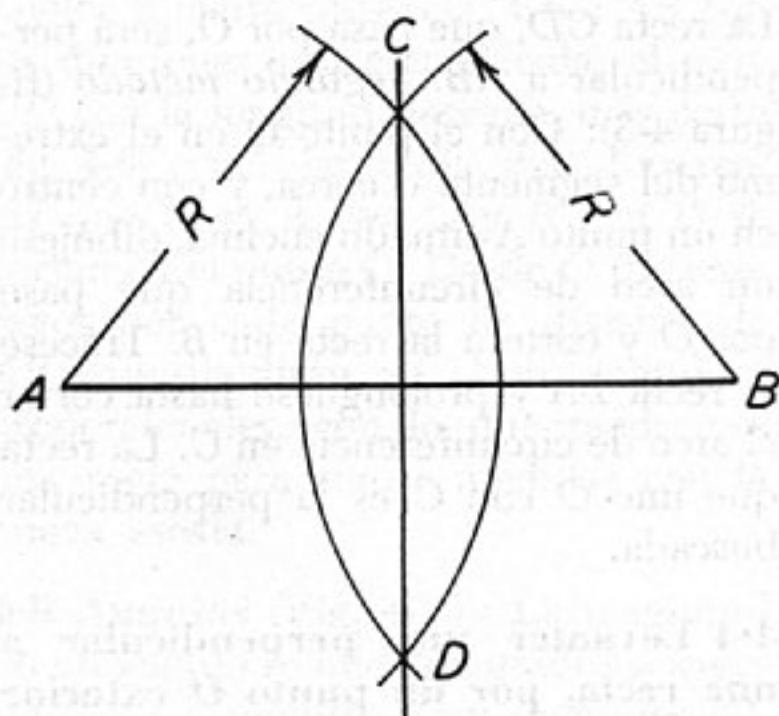


Fig. 4-1 Mediatriz de un segmento.

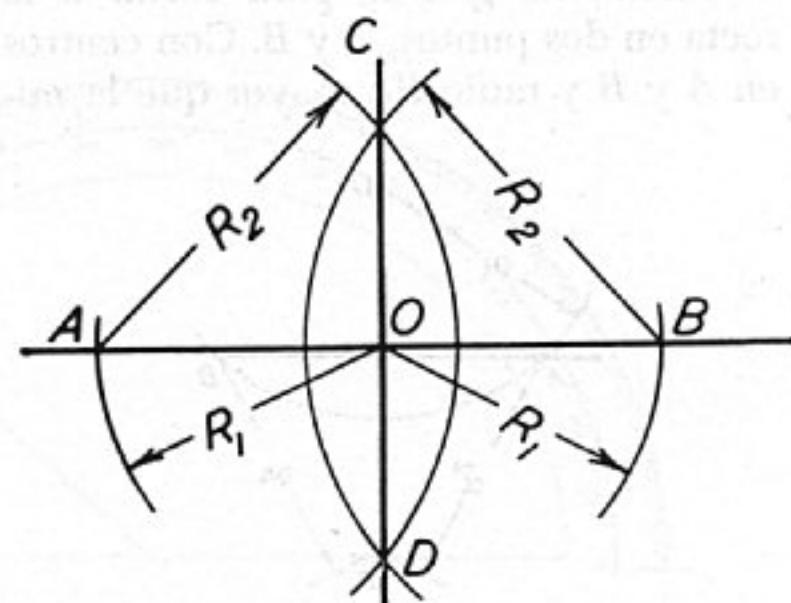


Fig. 4-2 Perpendicular a una recta, por un punto de la misma. (Primer método.)

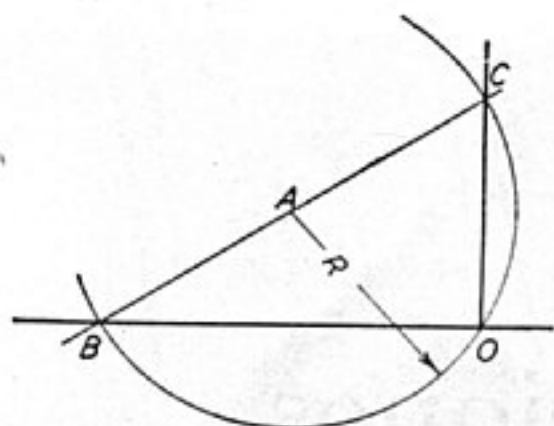


Fig. 4-3 Perpendicular a una recta, por un punto de la misma. (Segundo método.)

en O y radio cualquiera, R_1 , trácese un arco que cortará a la recta en dos puntos: A y B . Con centros en A y B y radio R_2 , mayor que la mitad de AB , trácese sendos arcos que se cortarán en C y D . La recta CD , que pasa por O , será perpendicular a AB . *Segundo método* (figura 4-3): Con el punto O en el extremo del segmento o cerca, y con centro en un punto A situado encima, dibújese un arco de circunferencia que pase por O y corte a la recta en B . Trácese la recta BA y prolongúese hasta cortar el arco de circunferencia en C . La recta que une O con C es la perpendicular buscada.

4.4 Levantar una perpendicular a una recta, por un punto O exterior a la misma (Figs. 4-4 y 4-5). Con centro en O , trácese un arco de radio R_1 , suficientemente grande para cortar a la recta en dos puntos, A y B . Con centros en A y B y radio R_2 , mayor que la mi-

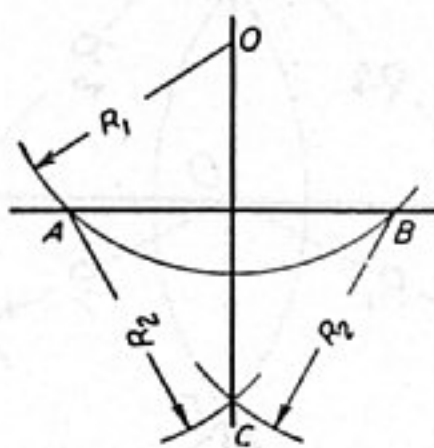


Fig. 4-4 Perpendicular a una recta, desde un punto exterior.

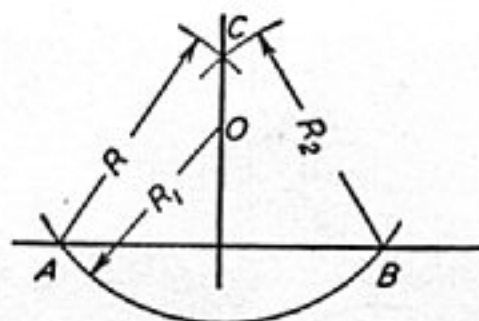


Fig. 4-5 Perpendicular a una recta, desde un punto exterior.

tad de AB , trácese dos arcos que se cortan en C . La recta OC es la perpendicular buscada.

4.5 Trazar una perpendicular a una recta con cartabón y la regla T (Figura 4-6). Se puede trazar una perpendicular CD a una recta dada AB y que pase por cualquier punto, sobre la recta o fuera de ella, tal como se muestra en la figura 4-6. Véase párrafo 2.14.

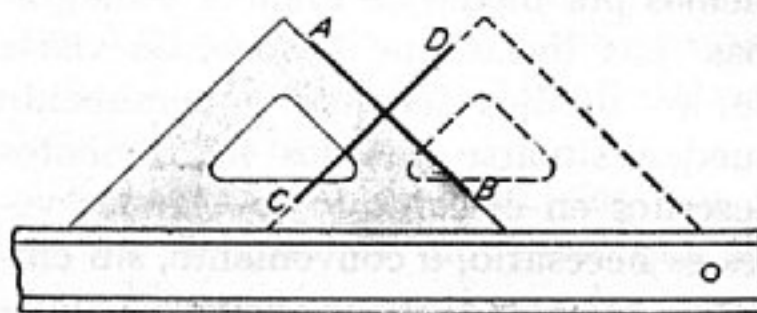


Fig. 4-6 Trazado de perpendiculares por medio de un cartabón y la regla T.

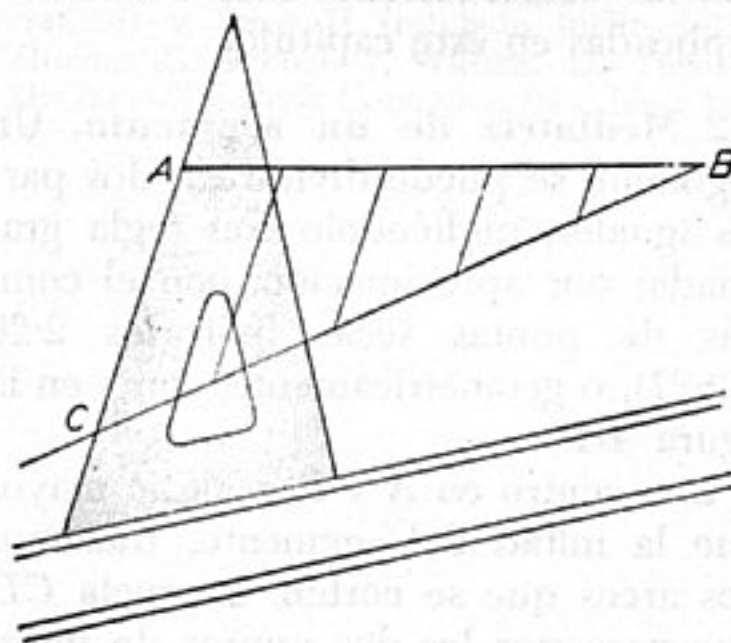


Fig. 4-7 División de un segmento en cierto número de partes iguales.

4.6 Dividir un segmento en cualquier número de partes iguales (Fig. 4-7). Se puede dividir un segmento en cual-

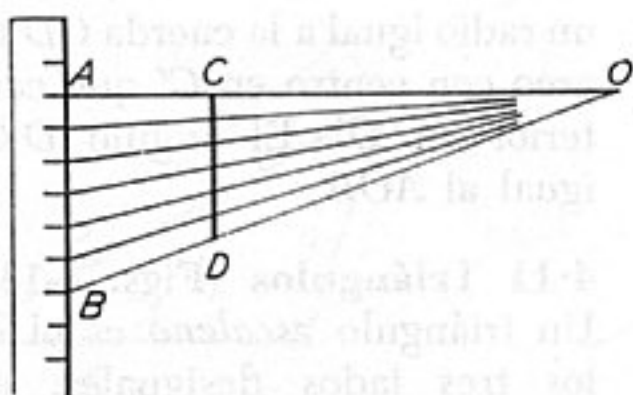


Fig. 4-8 Reducción.

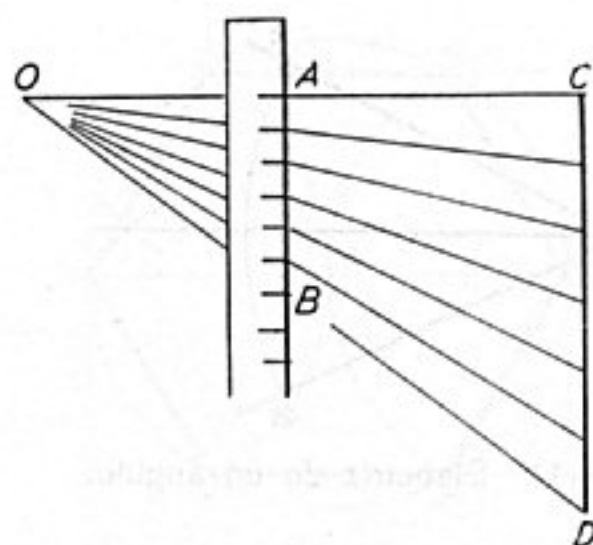


Fig. 4-9 Ampliación.

quier número de partes iguales, por medio del compás de puntas secas, tal como se describió en el párrafo 2·26, por medio de la regla graduada, según el párrafo 2·27. En la figura 4-7 se muestra una construcción geométrica. Para dividir el segmento AB en cinco partes iguales, trácese por B una recta que forme un cierto ángulo con la anterior. Márquese sobre ella, a partir de B , cinco distancias iguales. Desde el último punto C dibújese la recta CA . Por cada uno de los restantes puntos de división, trácese paralelas a la recta CA . El segmento AB quedará así dividido en cinco partes iguales. Úsese la escuadra y la regla T para trazar las paralelas (párrafo 2·11, fig. 2-9).

4·7 Reducción o ampliación de distancias (Figs. 4-8 y 4-9). Con este fin

se puede obtener, geoméricamente, una regla especial. Su construcción se basa en las leyes de proporcionalidad de triángulos. Dibújense dos segmentos paralelos a cierta distancia. Uno, AB con las divisiones a la escala dada; el otro, CD con la longitud deseada, más corto (fig. 4-8) o más largo (fig. 4-9). Las rectas que unen A con C y B con D se cortan en el punto O . Desde O trácese rayos por cada punto de división de AB , que dividirán a CD en longitudes proporcionales, con lo que tendremos una regla para tomar medidas con la nueva escala.

4·8 Ángulos (Fig. 4-10). La magnitud de un ángulo se mide en grados sexagesimales ($^{\circ}$), minutos ($'$) y segundos ($''$). Un círculo tiene 360° ; un grado $60'$ y un minuto $60''$. Un *ángulo recto* (90°) co-

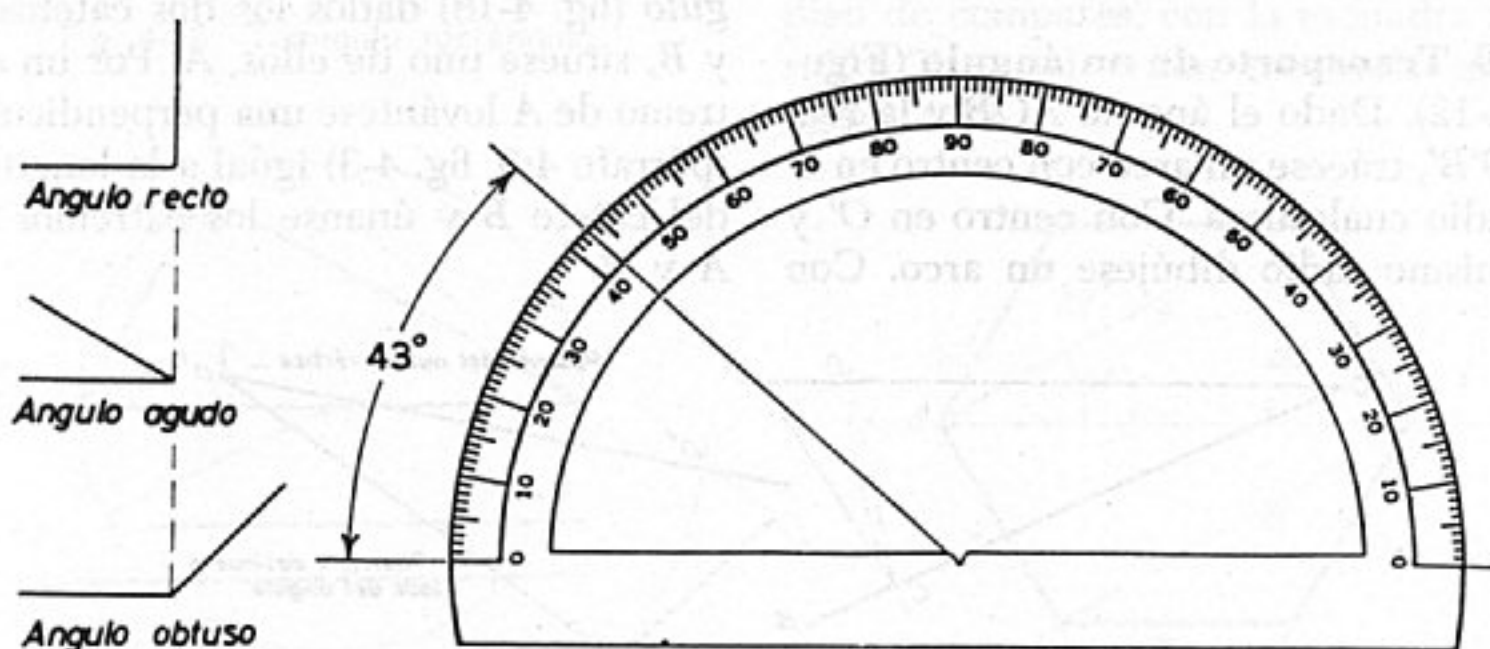


Fig. 4-10 Transportador de ángulos y clases de ángulos.

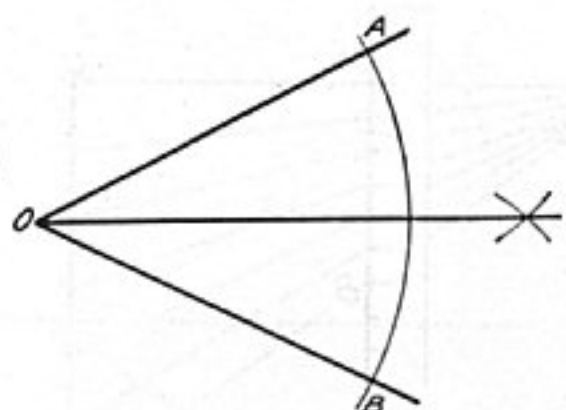


Fig. 4-11 Bisectriz de un ángulo.

responde a un cuarto de círculo. Un ángulo menor de 90° es un *ángulo agudo*; y uno mayor de 90° es un *ángulo obtuso*. Para medir o transportar ángulos, se emplea un *transportador*. En la figura se muestra uno semicircular con indicación del ángulo de 43° .

En el párrafo 2-10 (fig. 2-8) vimos que los ángulos múltiplos de 15° podían dibujarse con la escuadra y el cartabón. Un ángulo de 90° puede bisectarse fácilmente con el cartabón y trisectarse con la escuadra.

4-9 Bisectriz de un ángulo (Fig. 4-11). Con centro en O y radio cualquiera, trácese un arco de círculo que corta a los dos lados del ángulo en A y B. Con centros en A y B y radio mayor que la mitad de AB trazar dos arcos que se cortan entre sí. La recta que pasa por O y por dicha intersección es la bisectriz buscada.

4-10 Transporte de un ángulo (Figura 4-12). Dado el ángulo AOB y la recta $O'B'$, trácese un arco con centro en O y radio cualquiera. Con centro en O' y el mismo radio dibújese un arco. Con

un radio igual a la cuerda CD trácese un arco con centro en C' que corta al anterior en D' . El ángulo $D'O'C'$ será igual al AOB.

4-11 Triángulos (Figs. 4-13 a 4-17). Un triángulo *escaleno* es el que tiene los tres lados desiguales; *equilátero* cuando tiene los tres lados iguales; *isósceles* cuando tiene dos lados, y por lo tanto dos ángulos, iguales. Un triángulo *rectángulo* es el que tiene un ángulo recto.

Para construir un triángulo, dadas las longitudes A, B y C de los lados (figura 4-13), sitúese un lado, A, en la posición deseada. Con centro en los extremos y radios B y C dibujar dos arcos que se corten.

Un triángulo *equilátero* puede construirse tal como acabamos de indicar, teniendo en cuenta que las tres longitudes son iguales. También puede dibujarse trazando rectas a 60° por los extremos de la base, por medio de la escuadra (fig. 4-14).

Para construir un triángulo isósceles (fig. 4-15), sitúese la base. Haciendo centro en los extremos y con un radio igual a la longitud de los dos lados iguales, trácese dos arcos que se corten.

Para construir un triángulo rectángulo (fig. 4-16) dados los dos catetos A y B, sitúese uno de ellos, A. Por un extremo de A levántese una perpendicular (párrafo 4-3, fig. 4-3) igual a la longitud del cateto B y únense los extremos de A y B.

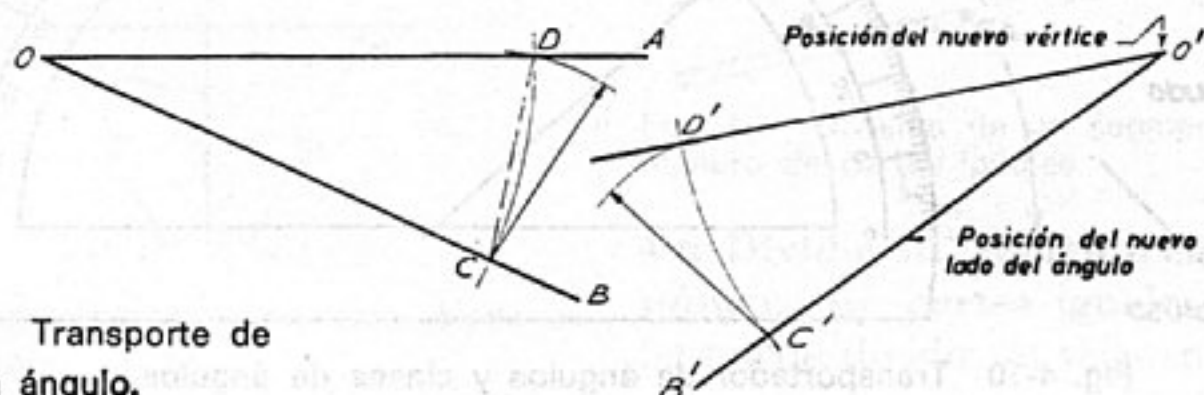


Fig. 4-12 Transporte de un ángulo.

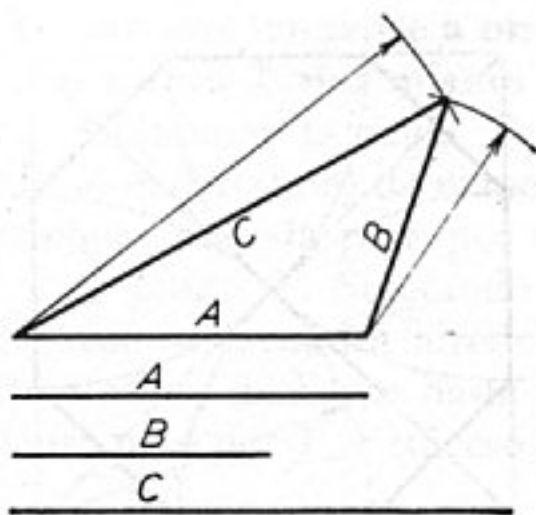


Fig. 4-13 Triángulo escaleno.

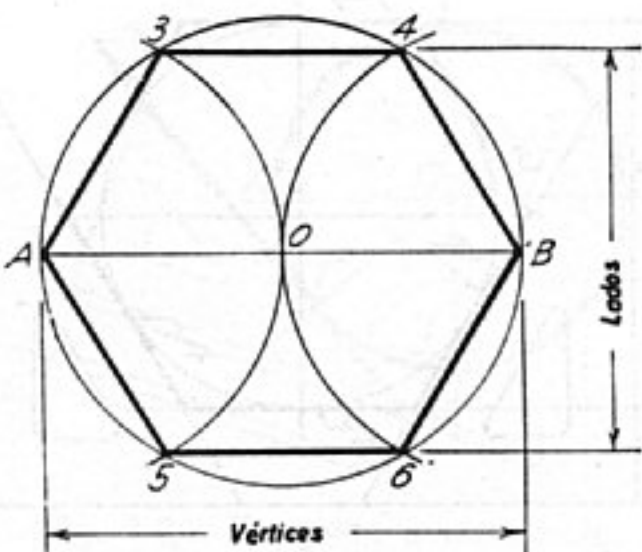


Fig. 4-18 Hexágono.

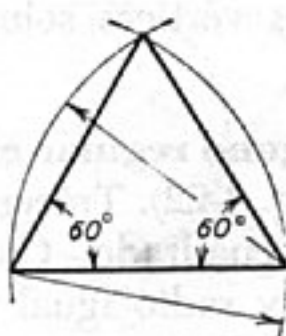


Fig. 4-14 Triángulo equilátero.



Fig. 4-15 Triángulo isósceles.

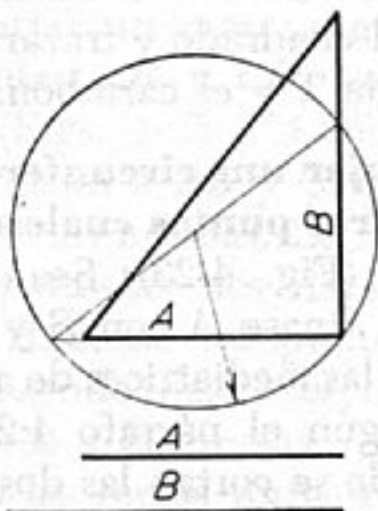


Fig. 4-16 Triángulo rectángulo.

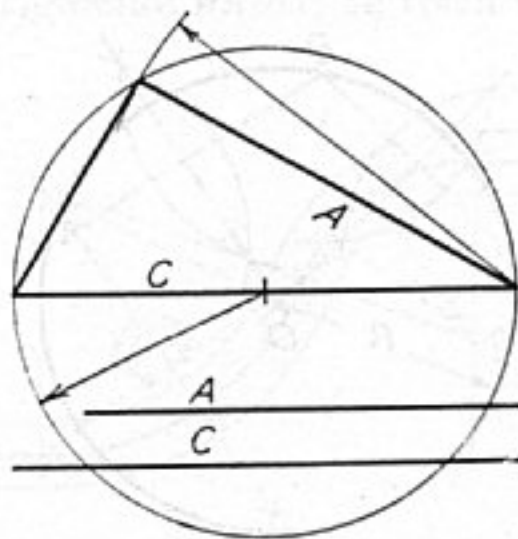


Fig. 4-17 Triángulo rectángulo.

Si se dan un cateto A y la hipotenusa C (fig. 4-17), trázese una semicircunferencia de diámetro C . Luego, con radio A y centro en uno de los extremos de C trázese un arco que corte a la semicircunferencia. Dibújense las rectas que unen el punto de intersección con los extremos de C para completar el triángulo.

4.12 Dibujar un hexágono regular dada la distancia entre vértices opuestos (AB en la fig. 4-18). Trázese un círculo de diámetro AB . Con centros en A y B y el mismo radio del círculo trácense arcos que lo corten. Únanse los puntos para completar el hexágono. También puede construirse el hexágono directamente sobre el segmento AB , sin el empleo de compases, con la escuadra y la regla T en el orden mostrado en la figura 4-19.

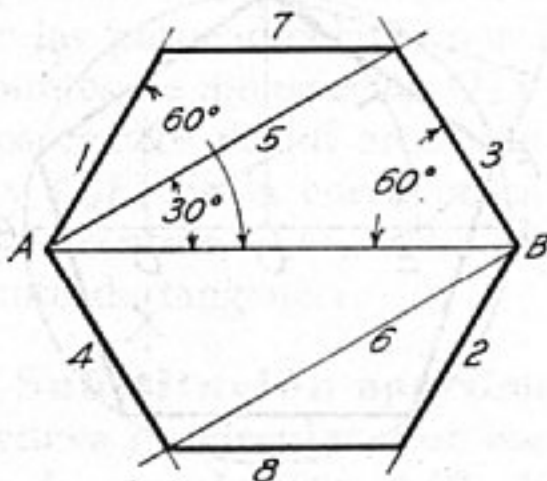


Fig. 4-19 Hexágono.

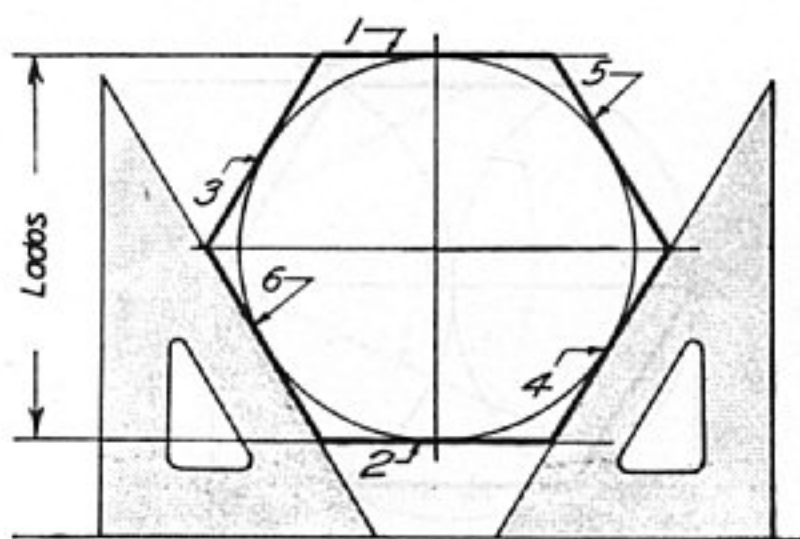


Fig. 4-20 Hexágono.

4.13 Dibujar un hexágono regular dada la distancia entre dos lados opuestos (Fig. 4-20). Dibújese un círculo de diámetro igual a la distancia dada. Con la regla T y la escuadra trácense tangentes al círculo en el orden indicado con los números. La forma hexagonal es tan ampliamente aplicada para dibujar tuercas y cabezas de tornillos (Cap. 12) que hay que saber dibujar con rapidez hexágonos regulares.

4.14 Dibujar un pentágono regular inscrito en un círculo (Fig. 4-21). Trácese un diámetro AB y un radio OC perpendicular al mismo. Búsquese el punto medio D de OB , y con centro en D y radio DC dibújese el arco CE . Con centro en C y radio CE dibújese el arco EF . Así, CF será un lado del pentágono. Con esta distancia como cuerda

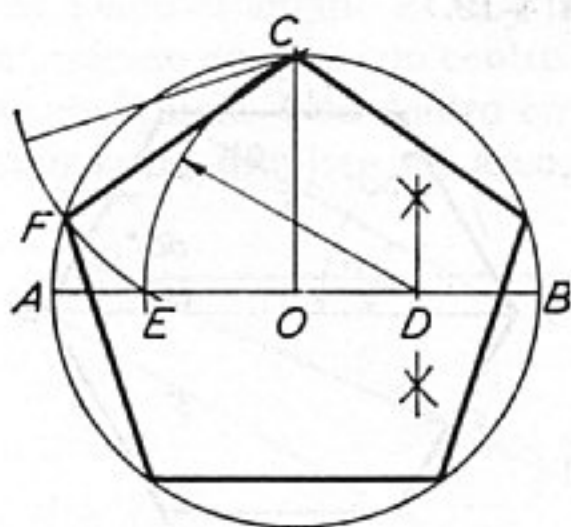


Fig. 4-21 Pentágono.

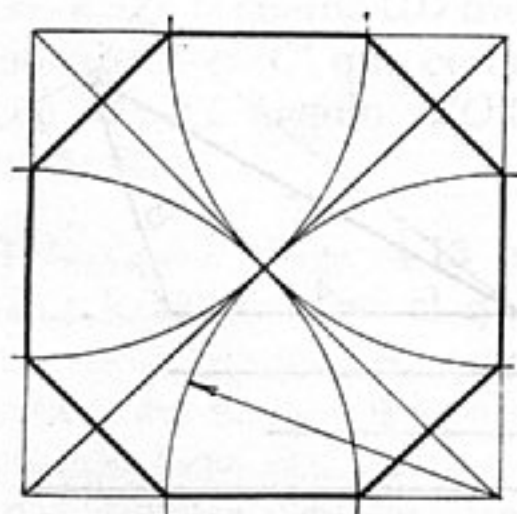


Fig. 4-22 Octógono.

márquense los restantes vértices sobre el círculo.

4.15 Dibujar un octógono regular en un cuadrado dado (Fig. 4-22). Trácese las diagonales del cuadrado. Con centros en los vértices y radio igual a media diagonal trácense arcos que cortan a los lados del cuadrado, y únense dichos puntos. Otro método consiste en dibujar un círculo de diámetro igual al lado del cuadrado y trazar tangentes con la regla T y el cartabón.

4.16 Dibujar una circunferencia que pase por tres puntos cualesquiera no alineados (Fig. 4-23). Sean los puntos A , B y C . Únase A con B y B con C . Dibújense las mediatrices de ambos segmentos según el párrafo 4.2. El punto O , donde se cortan las dos mediatrices, será el centro del círculo buscado:

$$R = OA = OB = OC$$

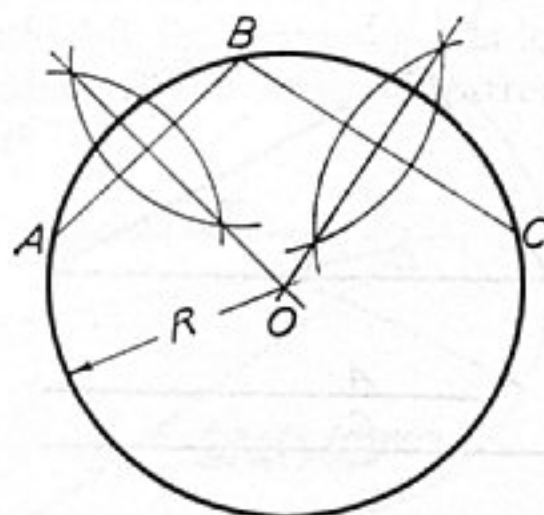


Fig. 4-23 Círculo.

4.17 Trazar una tangente a un círculo, en un punto T del mismo (Figura 4-24). Combinar la regla T con la escuadra (o el cartabón) de manera que la hipotenusa de ésta pase por el centro O y el punto T . Sujetando la regla T , gírese la escuadra alrededor de su vértice recto, deslícese hasta que la hipotenusa pase por T , y trácese la tangente.

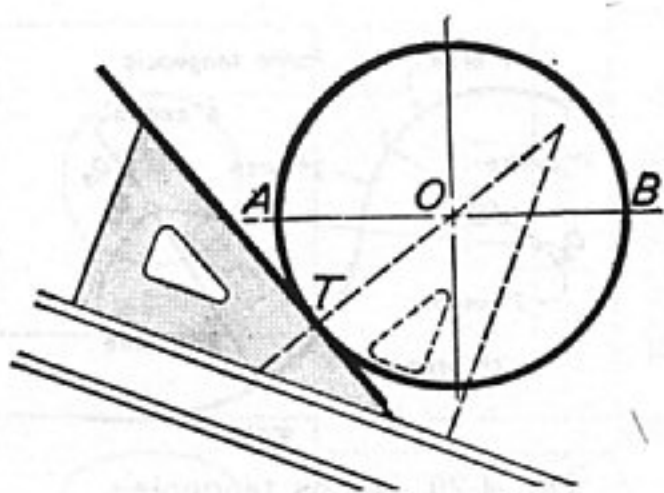


Fig. 4-24 Tangente a un círculo.

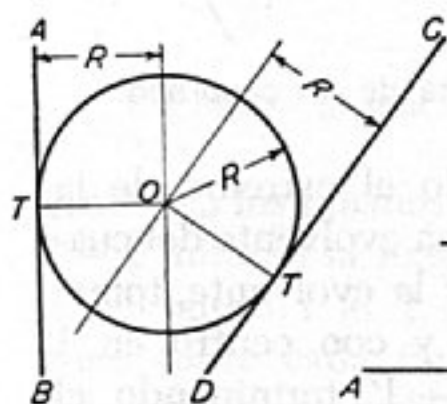


Fig. 4-25

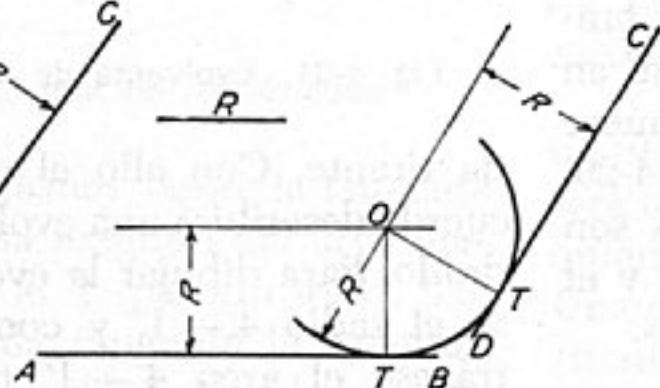


Fig. 4-26

Arco tangente a dos rectas.

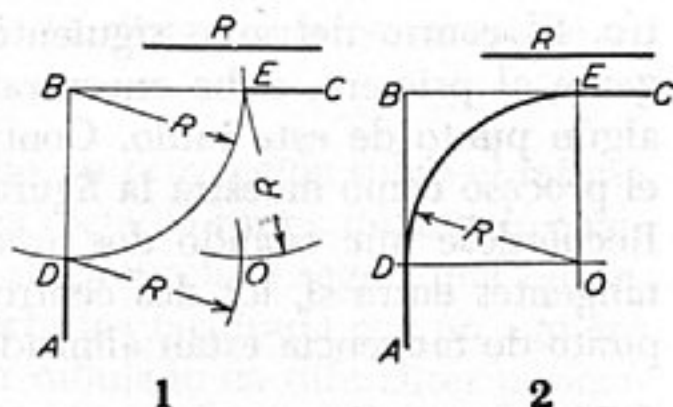


Fig. 4-27

4.18 Dibujar un arco tangente a dos rectas dadas AB y CD , conocido el radio R (Figs. 4-25 y 4-26). Trácese rectas paralelas a AB y CD a una distancia R de las mismas. La intersección de estas paralelas nos dará el centro buscado. Hállense los puntos de tangencia trazando desde el centro perpendiculares a las rectas.

Cuando las rectas forman un ángulo recto (fig. 4-27; véase párrafo 7.9) se redondea la esquina ABC (fig. 4-27, 1) de la siguiente forma: se traza un arco

de centro B y radio R que corta a las rectas en D y E . Haciendo centros en D y en E , con radio R , se trazan arcos que se cortan en O . Un arco con centro en O y radio R será tangente a las rectas en los puntos D y E (fig. 4-27, 2).

4.19 Trazar un perfil de gola (Figura 4-28). Para unir dos rectas paralelas AB y CD por medio de una S , dibújese la recta BC . Sobre ella elíjase un punto E por el que ha de pasar la curva. Trácese las mediatrices de BE y CE (párrafo 4.2) y prolonguense hasta cortar las perpendiculares por B y C . Los puntos de intersección O_1 y O_2 serán los centros de los arcos (de radios O_1E y O_2E) de la curva buscada. La recta de centros, O_1O_2 , debe pasar por E , punto de tangencia.

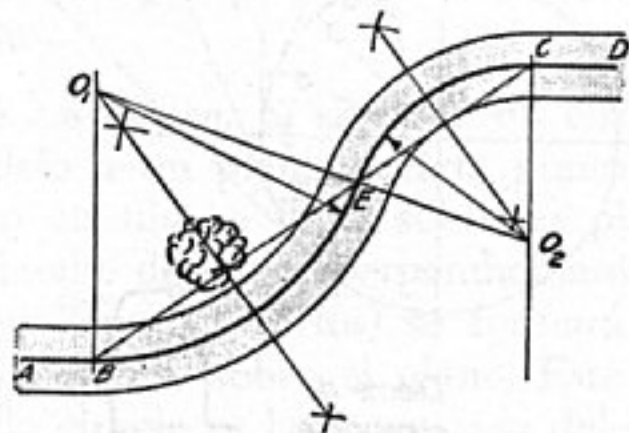


Fig. 4-28 Perfil de gola.

4.20 Substitución aproximada de una curva no circular, por medio de arcos de círculo (Fig. 4-29). Encuéntrese a sentimiento el centro de un arco.

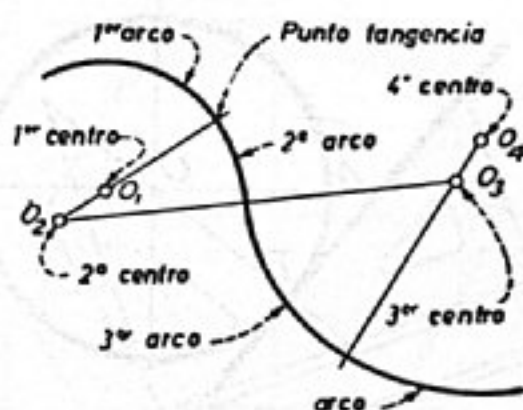


Fig. 4-29 Arcos tangentes.

Únase el extremo del arco con el centro. El centro del arco siguiente, tangente al primero, debe encontrarse en algún punto de este radio. Continúese el proceso como muestra la figura 4-29. Recuérdese que cuando dos arcos son tangentes entre sí, los dos centros y el punto de tangencia están alineados.

4.21 Desarrollo aproximado de un arco de circunferencia (Figura 4-30). Dado el arco AB , trácese por A la tangente AD al mismo. Con la mínima abertura del compás, márchense divisiones iguales sobre el arco, a partir de B hasta el punto más próximo de A . Y sin variar la abertura tómese el mismo número de divisiones, a partir de dicho punto, sobre la recta; AD será la longitud desarrollada aproximada del arco.

4.22 Trazado de evolventes (Figura 4-31). Supóngase una cuerda arrollada sobre un cuadrado en sentido contrario a las agujas de un reloj y que el extremo libre queda en el punto 4. Comiéncese a desarrollar en el sentido de las agujas del reloj manteniendo la cuer-

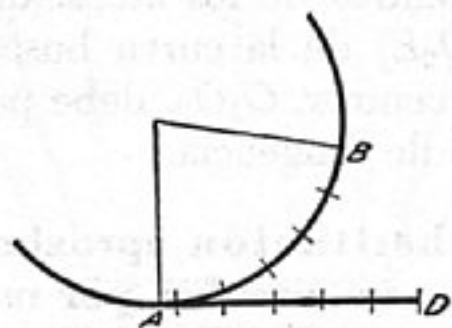


Fig. 4-30 Longitud de un arco.

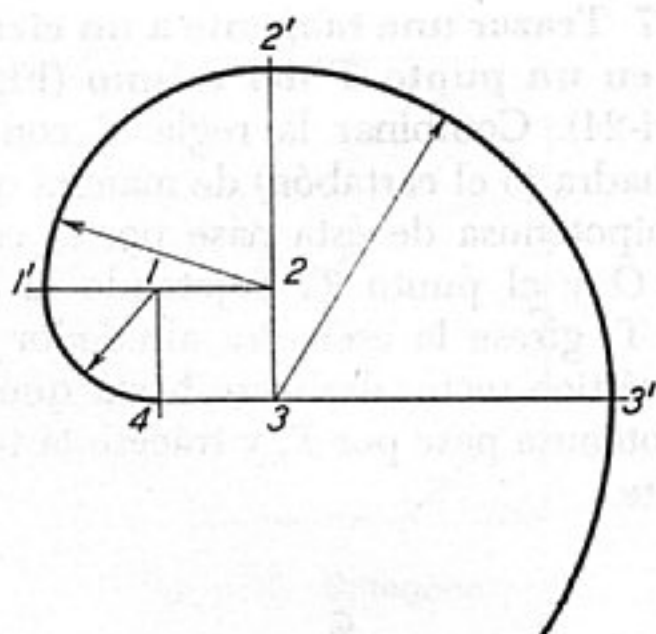


Fig. 4-31 Evolvente de un cuadrado.

da tirante. Con ello el extremo de la cuerda describirá una evolvente del cuadrado. Para dibujar la evolvente, tómese el radio $4-1$, y con centro en 1 trácese el arco $4-1'$ terminando el arco en el lado $2-1$. Con el radio $2-1'$ y centro en 2, trácese el arco $1'-2'$. Se continúa del mismo modo con los vértices del cuadrado como centros, aumentando los radios sucesivos en la longitud de un lado. De la misma manera puede dibujarse la evolvente de cualquier polígono.

4.23 Trazado de la evolvente de un círculo (Fig. 4-32). Divídase la circunferencia en un número de partes iguales. Trácese los radios correspondientes a los puntos de división y las tan-

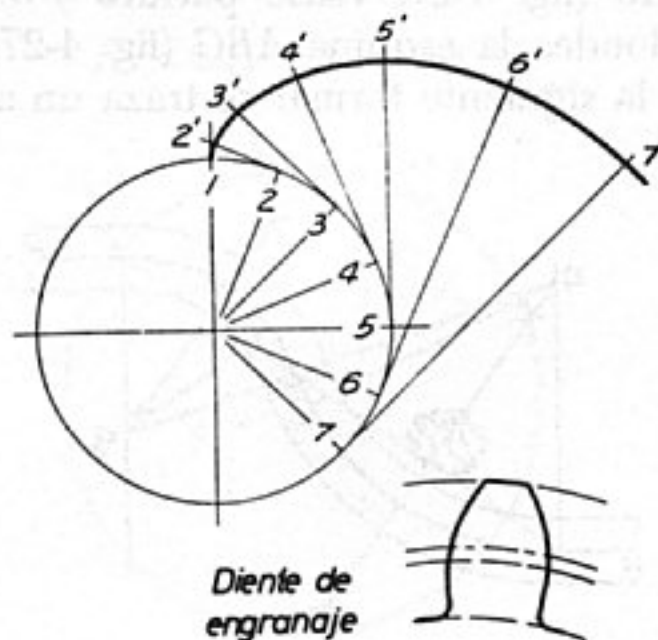


Fig. 4-32 Evolvente de un círculo.

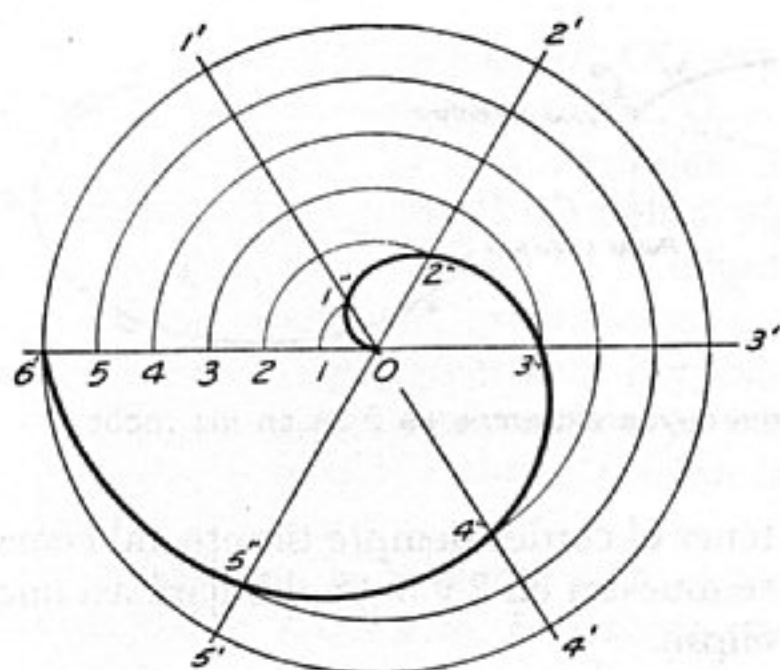


Fig. 4-33 Espiral de Arquímedes.

gentes en los mismos. Sobre la tangente $2 - 2'$ tómese la longitud del arco desde el punto 1 al 2 (párrafo 4.21). Tómese sobre cada tangente la longitud del arco comprendido entre el punto de tangencia y el punto 1. Por los puntos así obtenidos ($2' - 3' - 4'$, etc.), dibújese la evolvente con ayuda de una plantilla. Esta curva corresponde al perfil de los engranajes de evolvente.

4.24 Trazado de la espiral de Arquímedes (Fig. 4-33). Dibújese una circunferencia que se divide en cierto número de partes iguales, y un radio de la misma dividido en el mismo número de partes. Con centro en O y radio $O - 1$, trácese un arco hasta el radio $O - 1'$ para tener el punto $1''$. De la misma manera se trazan arcos con radios $O - 2$, $O - 3$, etc., para tener los puntos $2''$, $3''$... Dibújese la espiral de Arquímedes que pasa por estos últimos puntos.

4.25 La elipse. Si se tiene un círculo paralelo a un plano y cada punto de dicho círculo se lleva sobre el plano por medio de rectas perpendiculares al mismo (ángulos rectos) se formará un nuevo círculo sobre el plano. Este segundo círculo es la *proyección* del primero. Si un círculo es perpendicular a

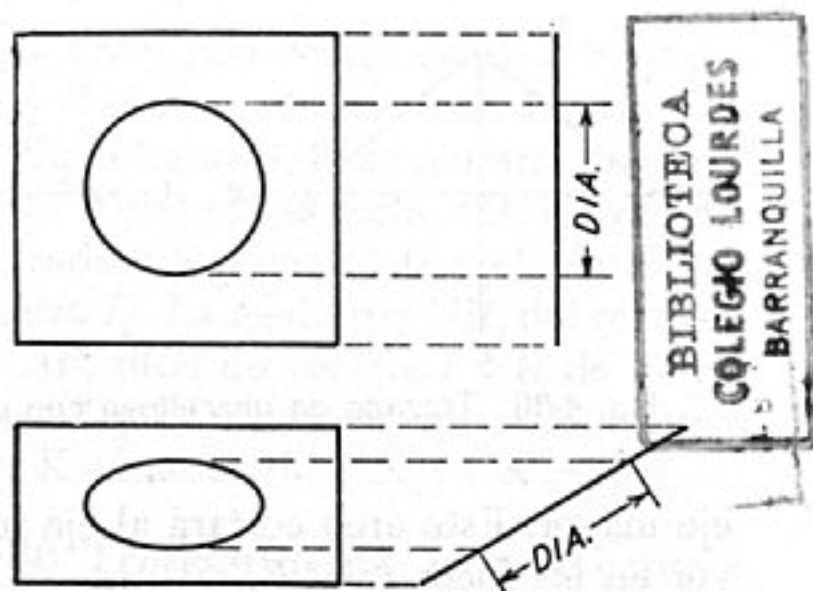


Fig. 4-34 La elipse es una proyección de un círculo.

un plano, su proyección sobre el mismo será una recta. Si forma un ángulo cualquiera se proyectará según una elipse. Una cartulina cuadrada con un agujero circular dibujado en diferentes posiciones, como en la figura 4-34, ilustra lo que se ha dicho. La elipse se define como la *curva generada por un punto que se mueve en un plano de manera que la suma de las distancias a dos puntos fijos, llamados focos, es constante (siempre tiene el mismo valor) e igual al eje mayor (o diámetro más largo)*.

Los dos focos están siempre situados sobre el eje mayor de la elipse. La recta perpendicular al eje mayor, por el centro, se llama *eje menor* o diámetro menor. Para encontrar los focos (figura 4-35) dibújese un arco de círculo con centro en uno de los extremos del eje menor y radio igual a la mitad del

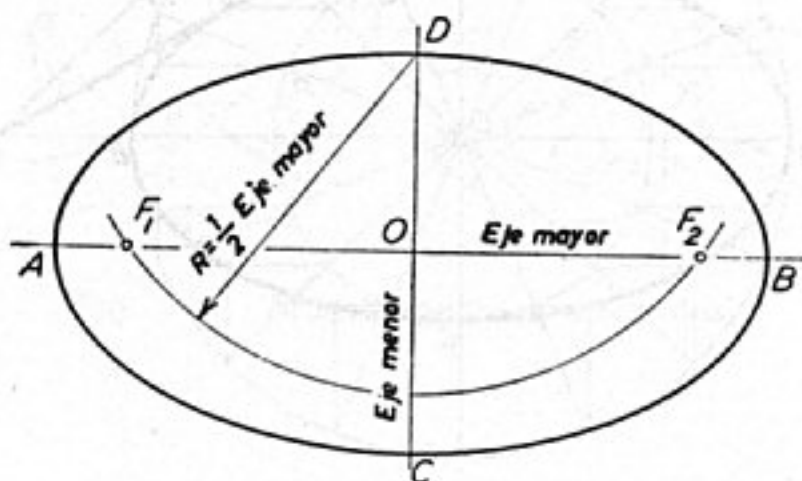


Fig. 4-35 Elipse.

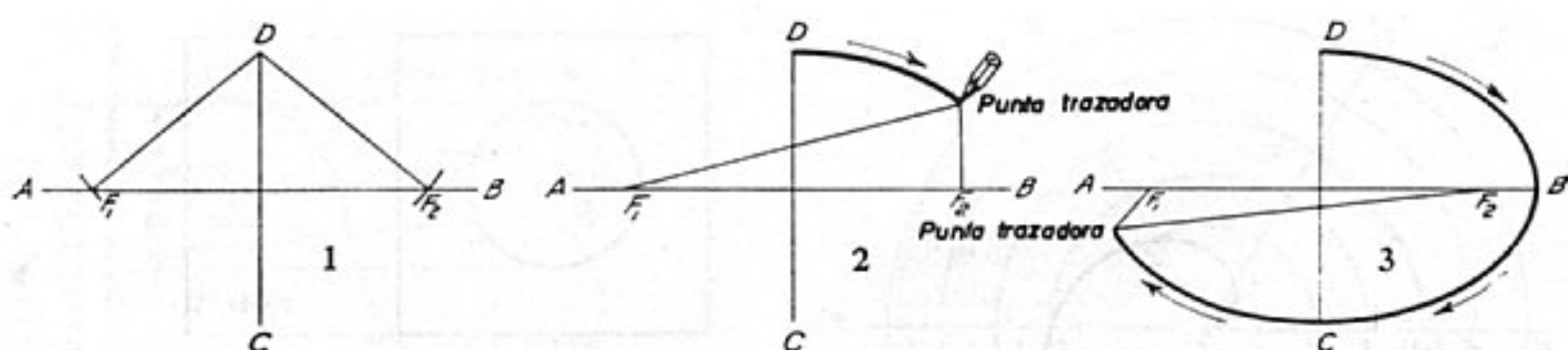


Fig. 4-36 Trazado de una elipse con un cordel cuyos extremos se fijan en los focos.

eje mayor. Este arco cortará al eje mayor en los focos F_1 y F_2 .

4.26 Trazado de una elipse por el método del cordel. Dados los ejes mayor y menor AB y CD (Fig. 4-36, en 1), situar los focos F_1 y F_2 tal como se ha descrito en el párrafo 4.25. Clávense tres puntas en F_1 , D , y F_2 y átese un cordel alrededor de las mismas. Luego sustitúyase la punta D por otra trazadora y muévase ésta procurando man-

tener el cordel siempre tirante, tal como se muestra en 2 y 3. Se dibujará así una elipse.

4.27 Trazado de una elipse por medio de una tira de papel (Fig. 4-37). Córtese una tira de papel grueso y márchese en ella las distancias ao igual a la mitad del eje mayor y ad igual al semieje menor. Muévase el papel tal como indican las flechas, manteniendo el punto d sobre el eje mayor y el o sobre el eje menor. El punto a describirá la curva de la elipse. Márquense los puntos a para las diferentes posiciones consecutivas y únanse a mano alzada, con trazo suave. Finalmente, con las plantillas curvas se trazará el contorno definitivo.

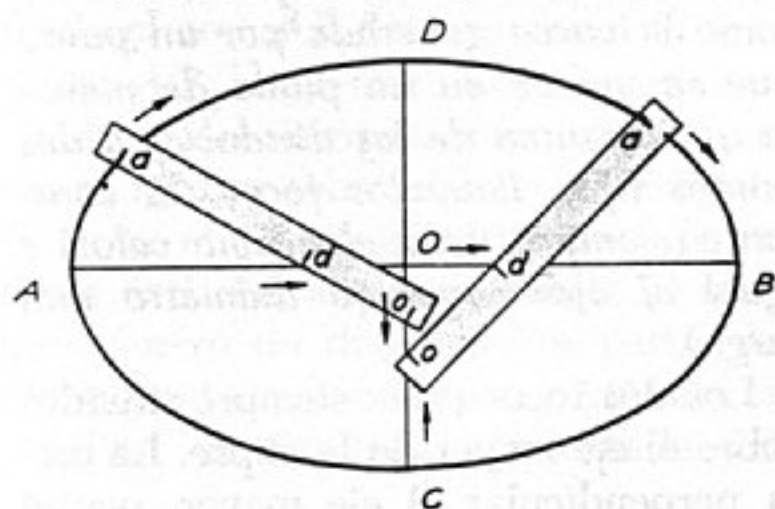


Fig. 4-37 Trazado con una cartulina.

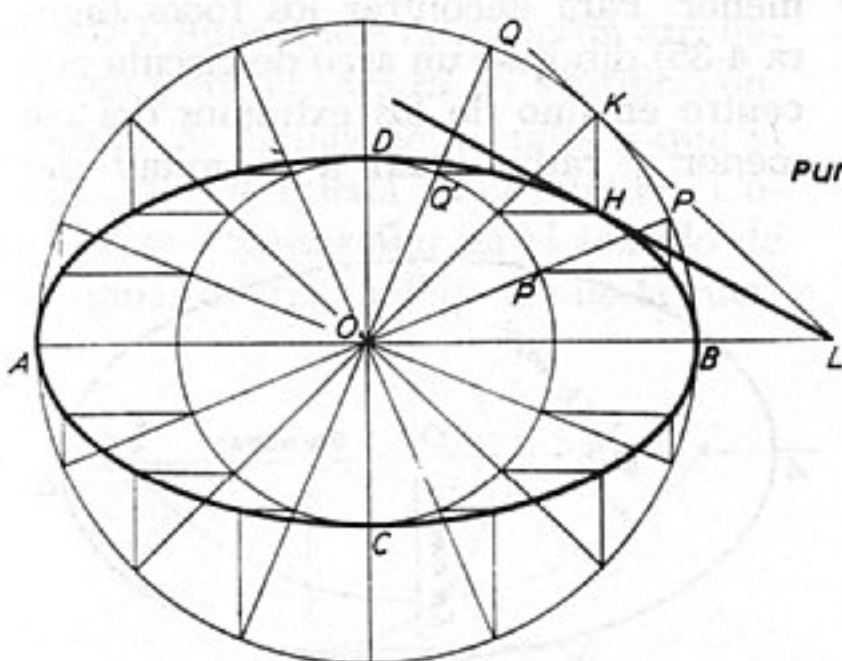


Fig. 4-38 Método de los dos círculos.

4.28 Trazado de una elipse a partir de dos círculos concéntricos (Figura 4-38). Con centro en O se dibujan dos círculos de diámetros iguales a los ejes mayor y menor, respectivamente. Trá-

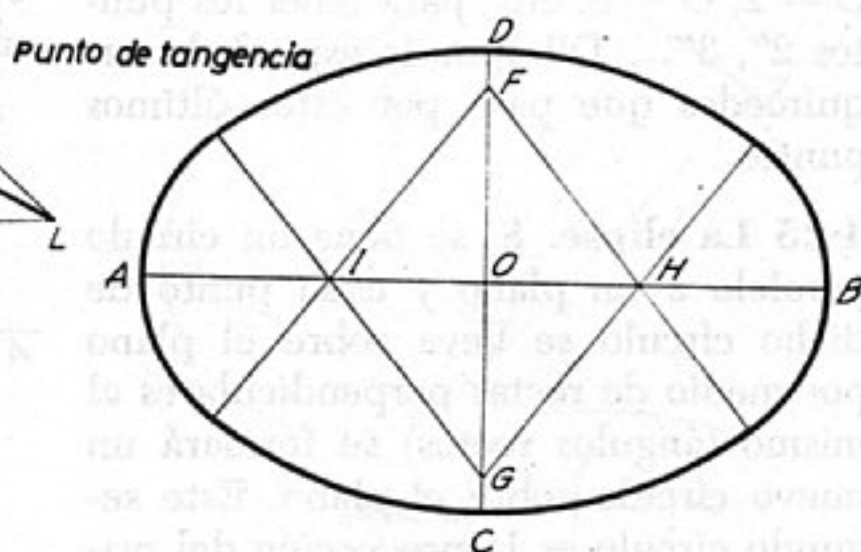


Fig. 4-39 Elipse aproximada.

cense unos cuantos radios, OP , OQ , etc., que cortan al círculo mayor en P , Q , ... y al menor en P' , Q' ... La paralela al eje menor por P corta a la paralela al eje mayor por P' en un punto de la elipse. Lo mismo sucede con los restantes pares de puntos. Encuéntrense, por este método, los puntos necesarios y, por medio de la plantilla curva, trácese la elipse que los une.

Para dibujar la tangente a la elipse en un punto cualquiera, H , trácese por él una paralela al eje menor hasta cortar al círculo mayor en K , y por K trácese la tangente al círculo mayor que corta al eje mayor de la elipse en L . La recta LH será la tangente buscada.

4.29 Elipses aproximadas. Pueden dibujarse a base de arcos de círculo (figura 4-39). Cuando el eje menor vale, por lo menos, los dos tercios del eje mayor se puede emplear el método de los cuatro centros mostrado en la figura. Tómese OF y OG iguales a AB menos CD y $OH = OI$, iguales a los tres cuartos de OF . Dibújense las rectas FH , FI , GH y GI con sus prolongaciones, tal como indica la figura. Trácense por D

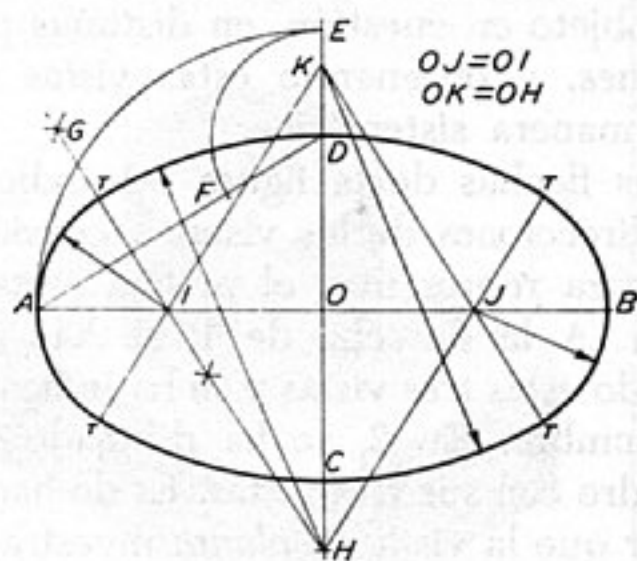


Fig. 4-40 Elipse aproximada.

y C arcos con centro en G y F , y por A y B arcos con centro en I y H .

En la figura 4-40 se muestra otro método: Dibújese la recta AD , el arco AE de radio OA y centro O , y el arco EF de centro D . La mediatriz GH , del segmento AF , sitúa los centros I y H de los arcos AT y TD . Para encontrar los centros J y K , tómese $OJ = OI$ y $OK = OH$.

4.30 Trazado de un arco tangente a otros dos arcos dados (Fig. 4-41). El centro O del arco buscado se halla en el punto de intersección de los arcos de centros O_1 y O_2 y radios iguales a los dados, más, o menos, el del arco que se va a trazar, como se muestra en A y B .

4.31 Problemas propuestos. Grupo C, página 378. Se presentan tres series. Como siempre, la serie 1 comprende los problemas más fundamentales.

SERIE 1 Problemas: C.1, C.3, C.5, C.7, C.11, C.14, C.17, C.22, C.25, C.27, C.28

SERIE 2 Problemas: C.4, C.6, C.8, C.9, C.12, C.15, C.19, C.23, C.26, C.29

SERIE 3 Problemas: C.10, C.13, C.16, C.18, C.21, C.24, C.30, C.31, C.32, C.33, C.34

Se pueden también seleccionar otros problemas del capítulo 24.

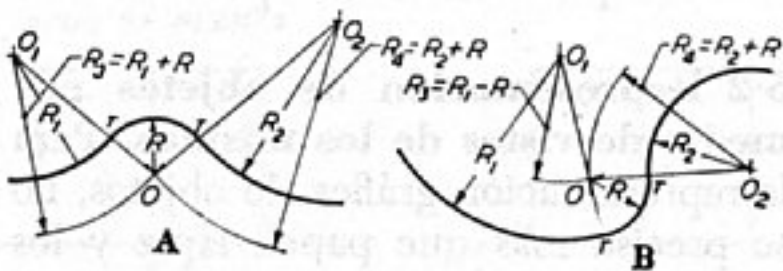


Fig. 4-41 Arco tangente a otros dos.

5 Teoría de la representación de las formas

5.1 Imágenes mentales y su representación. Todo dibujante, inventor o constructor debe poseer dos cualidades esenciales: 1) ser capaz de imaginarse la forma y dimensiones de un objeto, y 2) ser capaz de describirlo de forma que una tercera persona lo pueda comprender. En general, ilustran más sobre la forma y dimensiones de un objeto unas pocas líneas trazadas sobre un papel blanco que la mejor fotografía o una descripción escrita del mismo. Por otra parte no pueden tomarse fotografías de un objeto que todavía está por construir, y por tanto hay que recurrir al dibujo lineal. Para poder describir la forma real de un objeto por medio de líneas, y poder leer e interpretar tales descripciones, se requiere un completo conocimiento de los principios que vamos a exponer en este capítulo.

5.2 Representación de objetos por medio de vistas de los mismos. Para la representación gráfica de objetos, no se precisa más que papel, lápiz y los instrumentos citados en el capítulo 2.

Sobre el papel podemos medir dimensiones en un solo plano (el del papel), mientras que los objetos que deseamos representar tienen sus dimensiones orientadas en cualquier dirección

del espacio. ^{aquí hay 1} Ante esta dificultad, se podría ^{en un} pintar un cuadro del objeto a representar, el cual, a manera de una fotografía nos ^{mostraría} el aspecto del mismo pero no sus dimensiones y relaciones *exactas* entre las distintas partes de que está constituido. Nos mostraría sólo su *apariencia*; no cómo es en realidad.

El problema es, por lo tanto, representar sobre una hoja de papel el objeto deseado, de manera que esta representación nos informe de su verdadera forma y dimensiones. Esto se consigue dibujando un sistema de vistas del objeto en cuestión, en distintas posiciones, y ordenando estas vistas de una manera sistemática.

Las flechas de la figura 5-1 indican las direcciones de las vistas a considerar para representar el prisma rectangular. A la derecha de 1, se han dibujado estas tres vistas y se ha indicado su nombre. En 2, se ha dibujado un cilindro con sus tres vistas. Es de hacer notar que la vista *en planta* muestra la verdadera forma circular del cilindro visto desde arriba, mientras que las vistas *frontal* y *lateral* son rectángulos de las mismas dimensiones. De aquí se desprende que, para la representación de un cilindro, son suficientes dos vis-

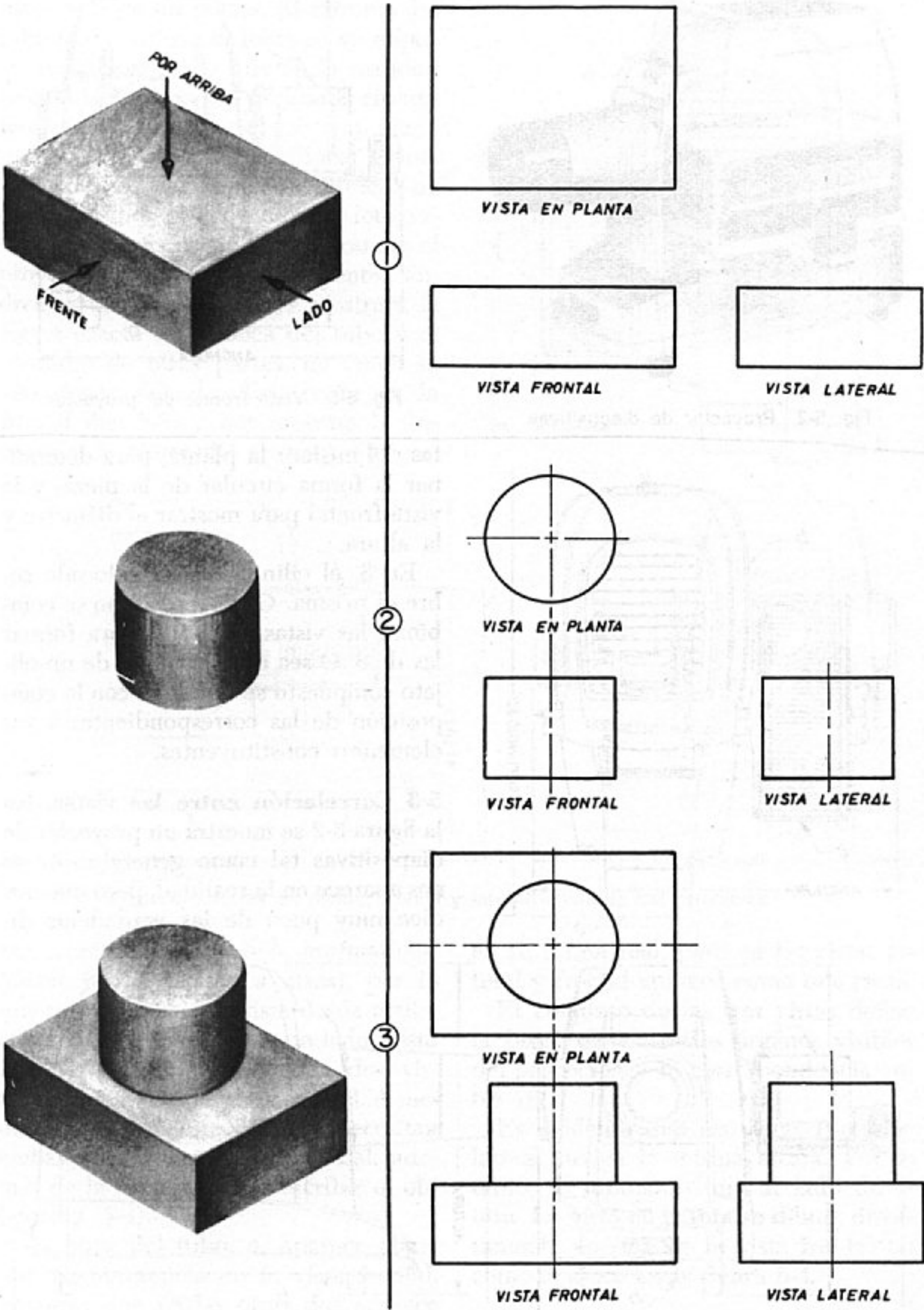


Fig. 5-1 Descripción de la forma.

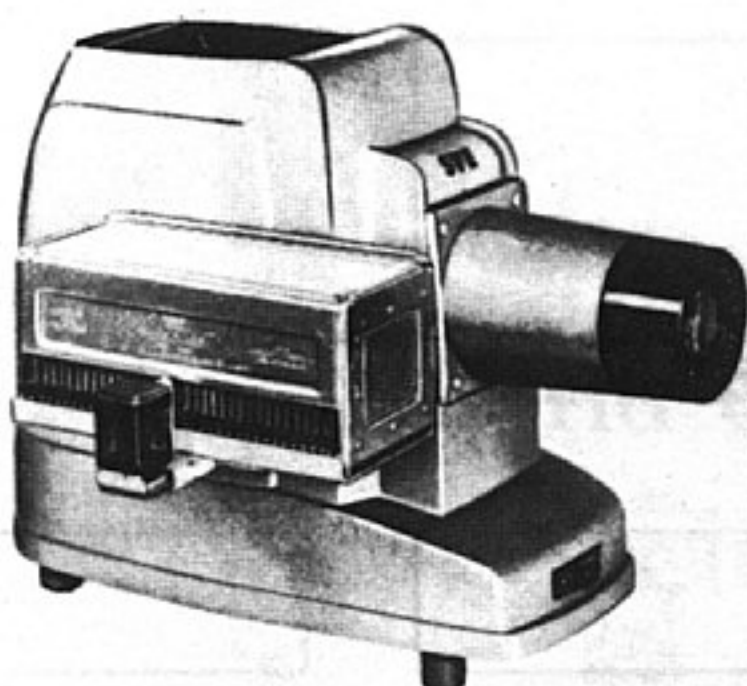


Fig. 5-2 Proyector de diapositivas.

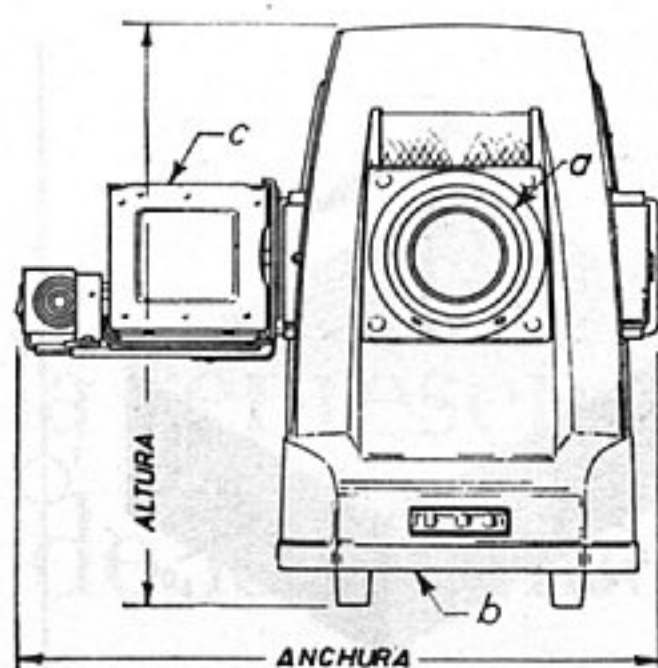


Fig. 5-3 Vista frontal del proyector.

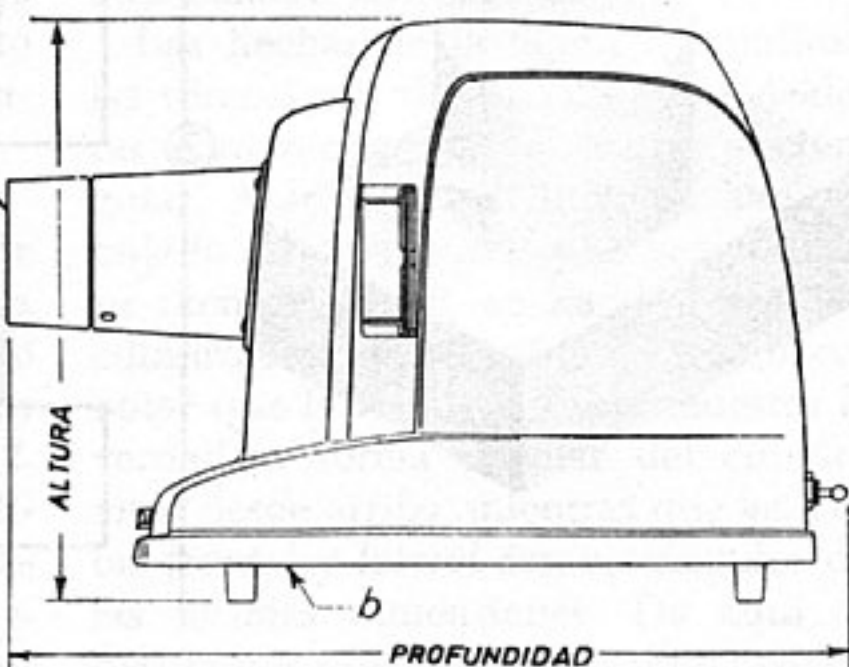
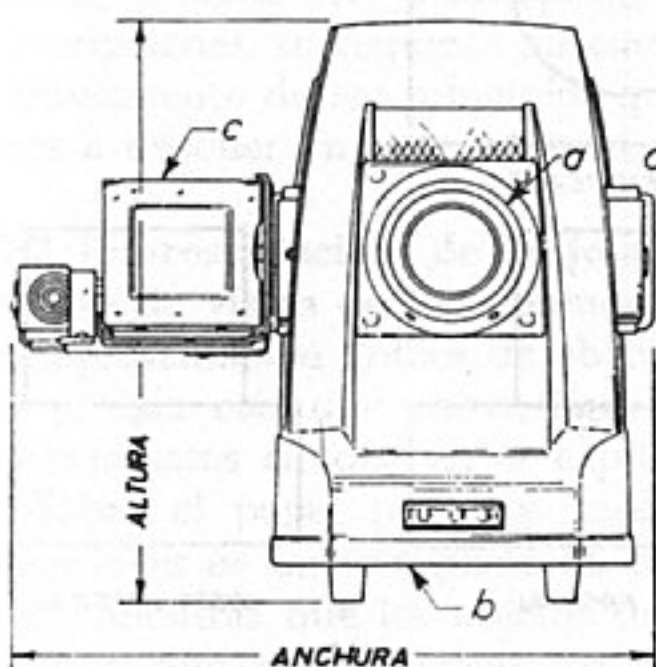
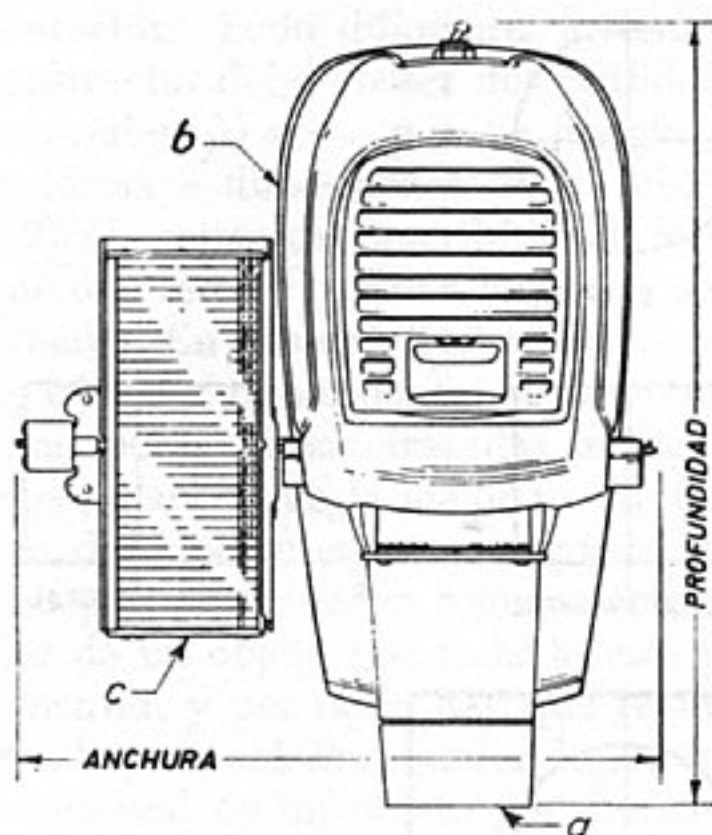


Fig. 5-4 Vistas en planta, frontal y lateral derecha del proyector.

tas del mismo: la planta, para determinar la forma circular de la pieza, y la vista frontal para mostrar el diámetro y la altura.

En 3, el cilindro se ha colocado sobre el prisma. Obsérvese cómo se combinan las vistas de 1 y 2 para formar las de 3. O sea que las vistas de un objeto compuesto se obtienen con la composición de las correspondientes a sus elementos constituyentes.

5.3 Correlación entre las vistas. En la figura 5-2 se muestra un proyector de diapositivas tal como generalmente se nos aparece en la realidad, pero que nos dice muy poco de las verdaderas di-

mensiones de sus partes. El extremo del tubo que contiene la lente se ve elíptico, cuando sabemos que en la realidad es circular. Ello es así porque la circunferencia extrema no está sobre un plano perpendicular a nuestra línea visual. A fin de mostrar el mayor número de caras posibles el proyector se fotografió bajo cierto ángulo. Si miramos el proyector exactamente de frente tendremos una *vista* que nos mostrará la forma exacta de la boca del tubo y el contorno de otras partes, tal como se ven desde delante. Esta vista es la *frontal* (fig. 5-3) y nos muestra la *anchura* y la *altura* del aparato. Sin em-

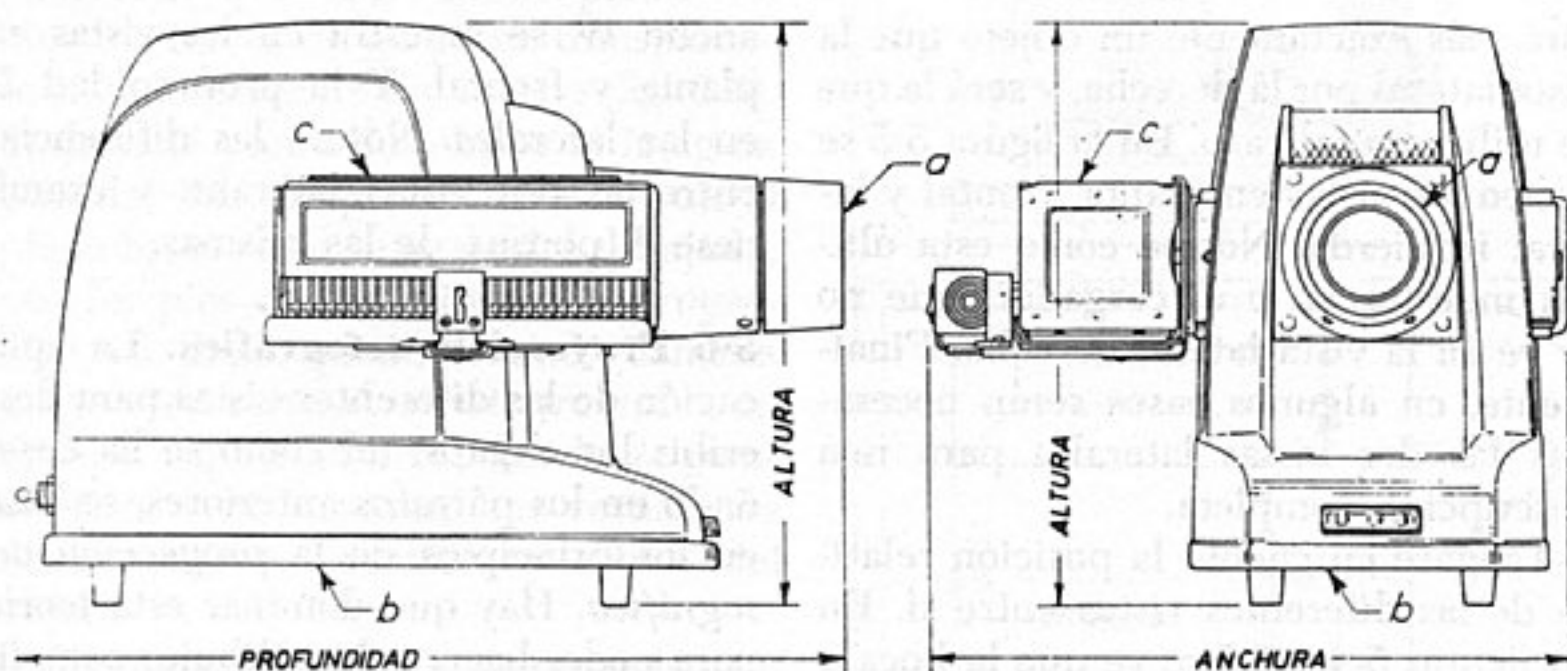
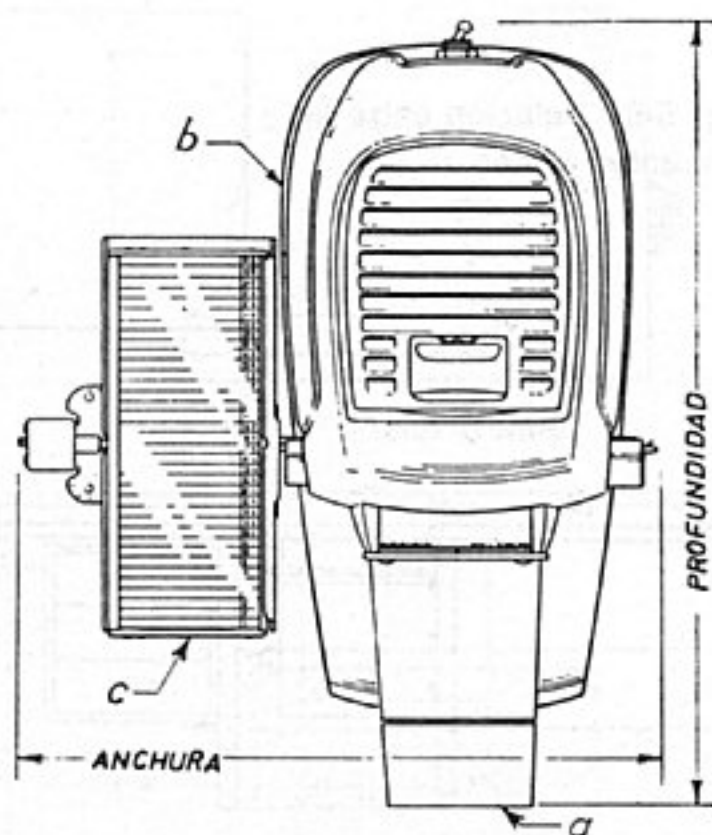


Fig. 5-5 Vistas en planta, frontal y lateral izquierda del proyector.

bargo, nada nos dice de la *profundidad* (distancia de delante a atrás), por lo que necesitamos otra vista desde arriba (*vista en planta*), o desde un lado (*vista lateral*). Cualquiera de estas dos vistas nos mostrarán la profundidad. A menudo, como en este caso, se necesitan ambas vistas, en planta y lateral, además de la frontal, para describir el objeto (fig. 5-4).

La boca del tubo, *a*, aparece como una circunferencia en la vista frontal, mientras que en las otras dos aparece como una recta (fig. 5-4). El contorno de la base, *b*, aparece en la vista en planta

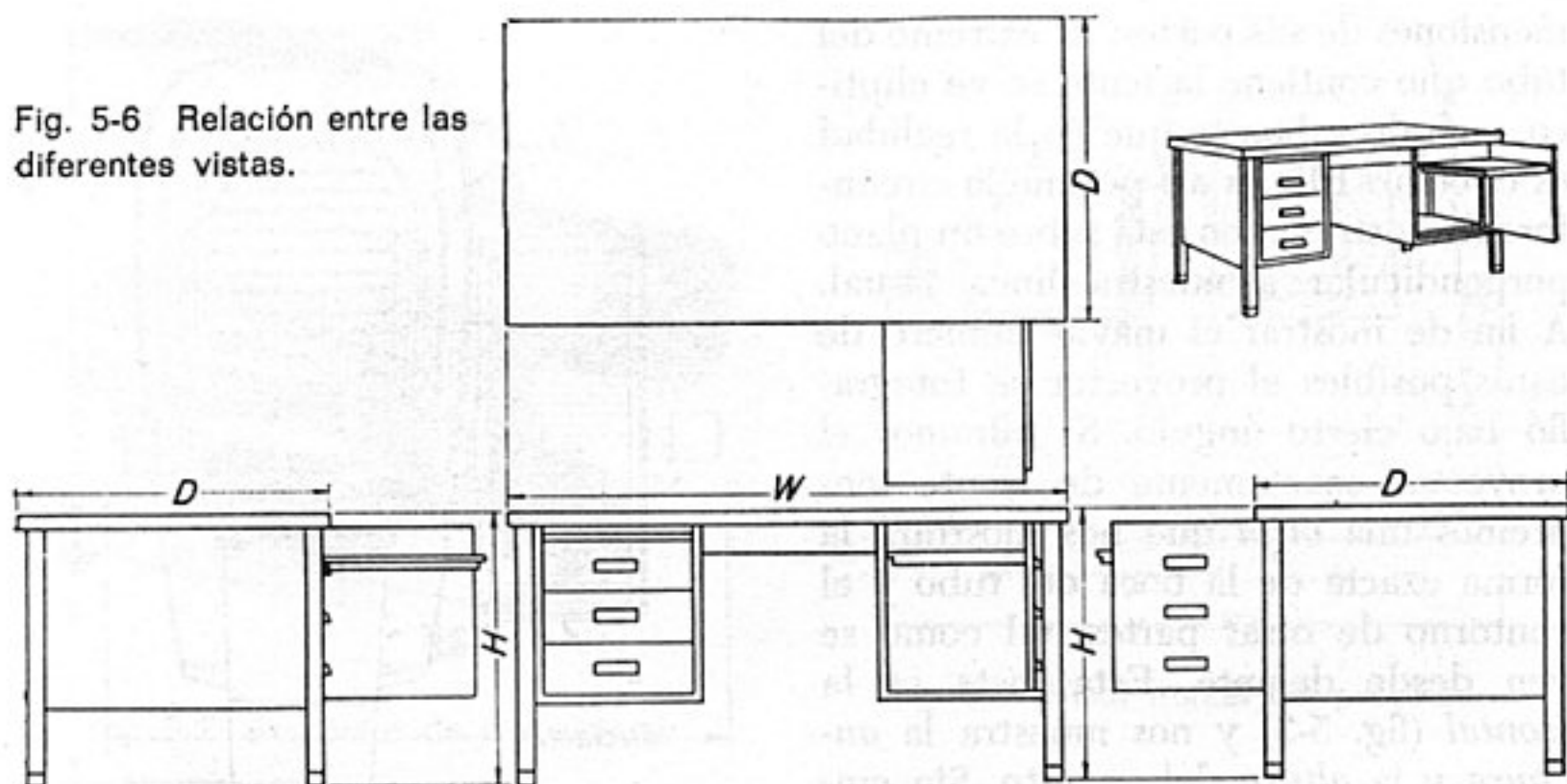
en su forma real, pero en las vistas lateral y frontal aparece como una recta.

El conjunto de las tres vistas define la forma de todos los órganos visibles del proyector, y su correspondencia entre sí.

Es evidente que las vistas frontal y lateral tienen la misma altura. Por lo tanto, se dibujarán una al lado de la otra. La vista en planta se dibuja directamente encima de la vista frontal tal como aparece en la figura 5-4.

5.4 Vista lateral izquierda. A veces la vista lateral por la izquierda descri-

Fig. 5-6 Relación entre las diferentes vistas.



birá más exactamente un objeto que la vista lateral por la derecha, y será la que se utilice en tal caso. En la figura 5-5 se tienen las vistas en planta, frontal y lateral izquierda. Nótese cómo esta última muestra en c el cargador, que no se ve en la vista lateral derecha. Finalmente, en algunos casos serán necesarias las dos vistas laterales para una descripción completa.

Téngase en cuenta la posición relativa de las diferentes vistas entre sí. En las figuras 5-4 y 5-5 se ve que la boca a del tubo que contiene la lente, en la vista en planta, está dispuesta del lado de la vista frontal, y lo mismo en las vistas laterales.

5.5 Anchura, profundidad y altura. Para completar la explicación sobre la correlación entre las diferentes vistas, estúdiese el dibujo de la mesa metálica mostrada en la figura 5-6. Obsérvese que el estante para la máquina de escribir queda a la derecha en las vistas en planta y frontal, y siempre mira hacia la vista frontal, tanto en la primera como en las vistas laterales, izquierda y derecha. La altura H de la mesa aparece en las vistas frontal y laterales. El

ancho W se muestra en las vistas en planta y frontal. Y la profundidad D en las laterales. Nótese las diferencias entre las dos vistas laterales y examínese el porqué de las mismas.

5.6 Proyección ortográfica. La aplicación de las diferentes vistas para describir los objetos, tal como se ha enseñado en los párrafos anteriores, se basa en los principios de la *proyección ortográfica*. Hay que dominar esta teoría para poder hacer o leer dibujos complicados.

Ortho- significa «recto» o «de ángulos rectos» y *-graphos* «escrito» o «di-

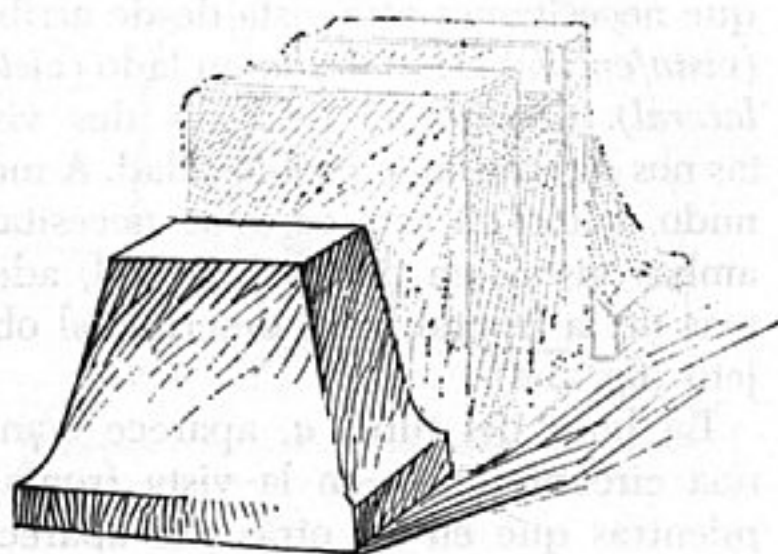


Fig. 5-7 Soporte para libros.

bujado». La palabra *proyección* viene del latín: *pro*, que significa «hacia adelante» y *jacere*, «echar», «tirar». Así, proyección ortográfica, significa, literalmente, «tirada hacia delante con ángulos rectos». Podemos dar la siguiente definición: *La proyección ortográfica es un método de representación exacta de un objeto en dos o más vistas, que se obtienen trazando perpendiculares desde el objeto a los planos de proyección, generalmente normales entre sí.*

5.7 Planos de proyección. Supóngase que hay que dibujar el soporte para libros de la figura 5-7. El dibujante se imaginará que está contemplando el objeto a través de un plano transparente situado enfrente del mismo (fig. 5-8). Si de cada punto del objeto se imagina trazadas las perpendiculares a dicho plano hasta cortarlo se tendrá dibujada, por los pies de las mismas, la *proyección* en dicho plano frontal, llamada *proyección vertical*, o *vista frontal* o, en dibujos arquitectónicos, *alzado de frente*. Esta vista mostrará las verdaderas dimensiones en anchura y altura del objeto.

Supongamos ahora que se cuelga un plano horizontal, perpendicular al anterior, por encima del objeto, y que el observador mira a través del mismo, tal como se muestra en la casilla 1 de la figura 5-9. Las perpendiculares del objeto hasta el plano nos darán la *proyección horizontal*, o *vista en planta* o, como se llama en arquitectura, *la planta*. Esta vista nos mostrará la profundidad del objeto desde delante hasta atrás, así como la anchura que ya apareció en la vista frontal. Estos dos planos representan el papel de dibujo. Si imaginamos que el plano horizontal gira alrededor de sus articulaciones con el plano vertical hasta quedar en prolongación de éste (casilla 2) las dos vistas

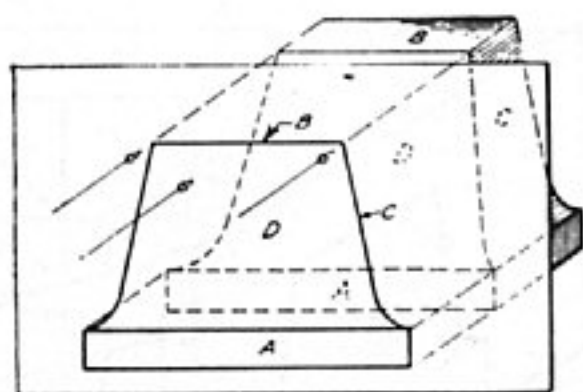


Fig. 5-8 Plano frontal.

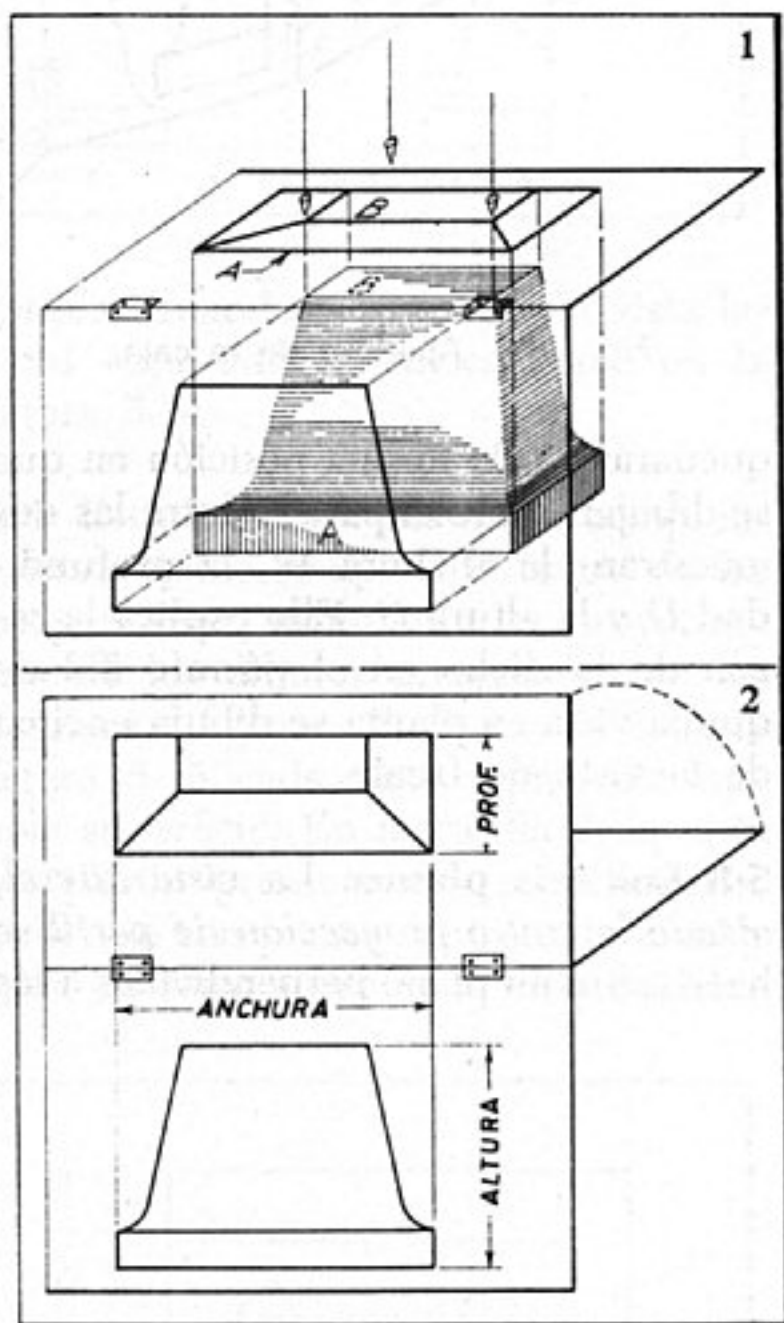


Fig. 5-9 Plano de planta.

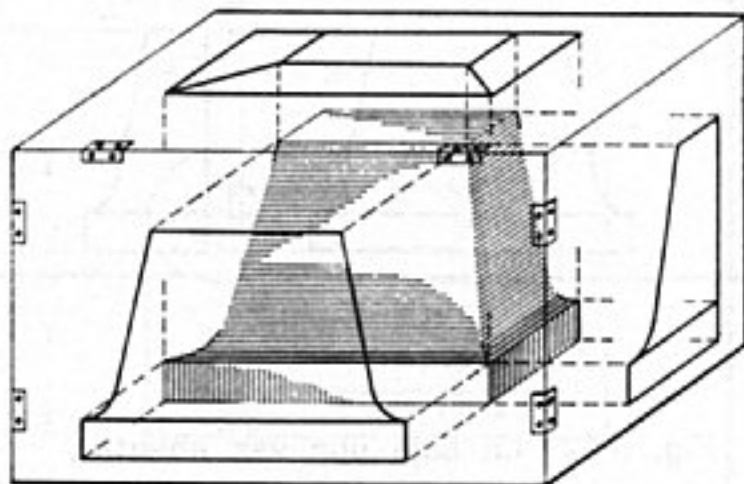


Fig. 5-10 Caja transparente.

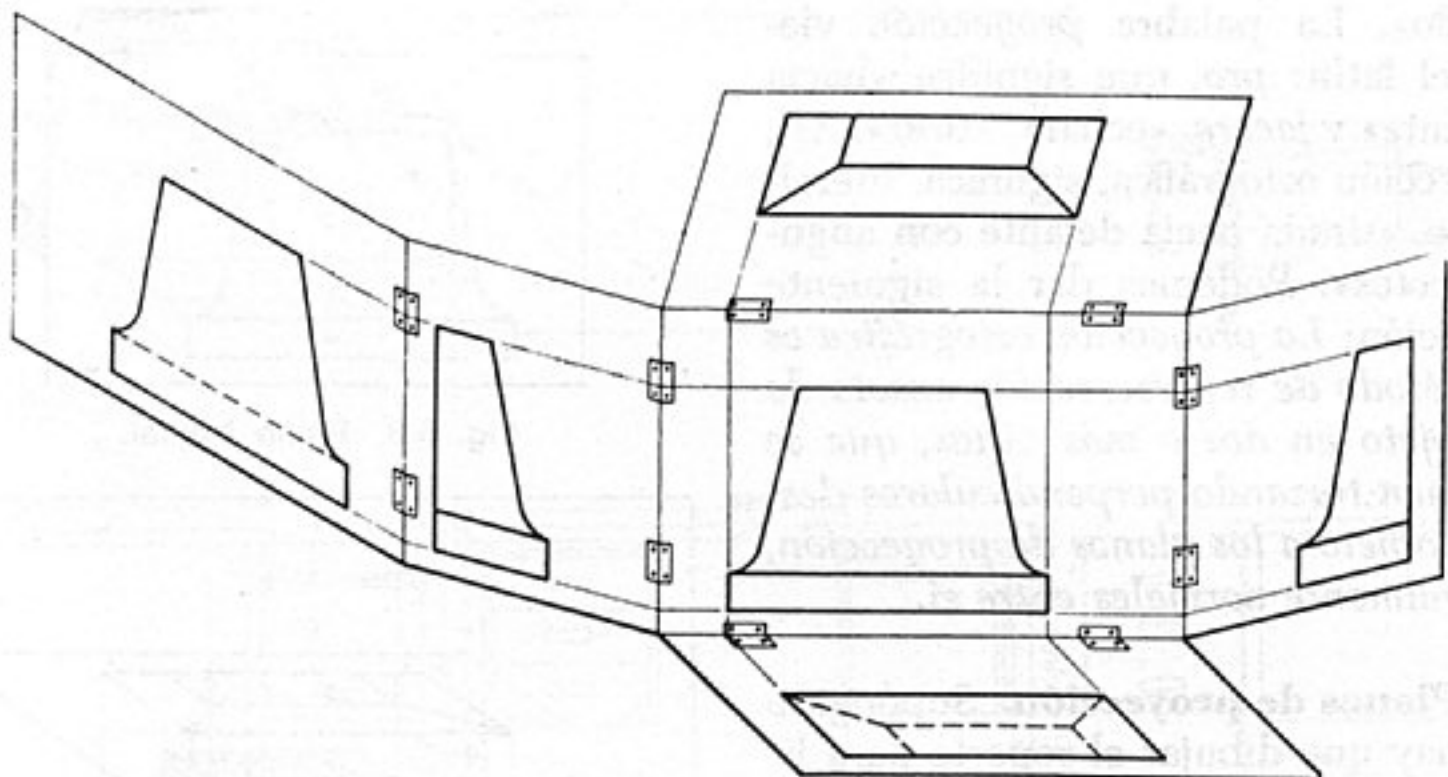


Fig. 5-11 Apertura de la caja.

quedarán en la misma posición en que se dibujan sobre el papel. Entre las dos muestran: la anchura W , la profundidad D y la altura H . Ello explica la razón de lo dicho en el párrafo 5.3 de que la vista en planta se dibuja encima de la vista de frente.

5.8 Los seis planos. La *vista lateral*, *alzado lateral* o *proyección de perfil* se hace sobre un plano perpendicular a los

dos anteriores, frontal y superior. Podemos imaginarnos que el objeto a representar está encerrado dentro de una caja de cristal, transparente, como en la figura 5-10. Las proyecciones sobre las caras de esta caja serían las *vistas* de que hemos hablado. Cuando se abren estas caras (*se rebaten*) sobre un mismo plano, como en la figura 5-11, las proyecciones toman la misma posición relativa que hemos indicado para dibujar

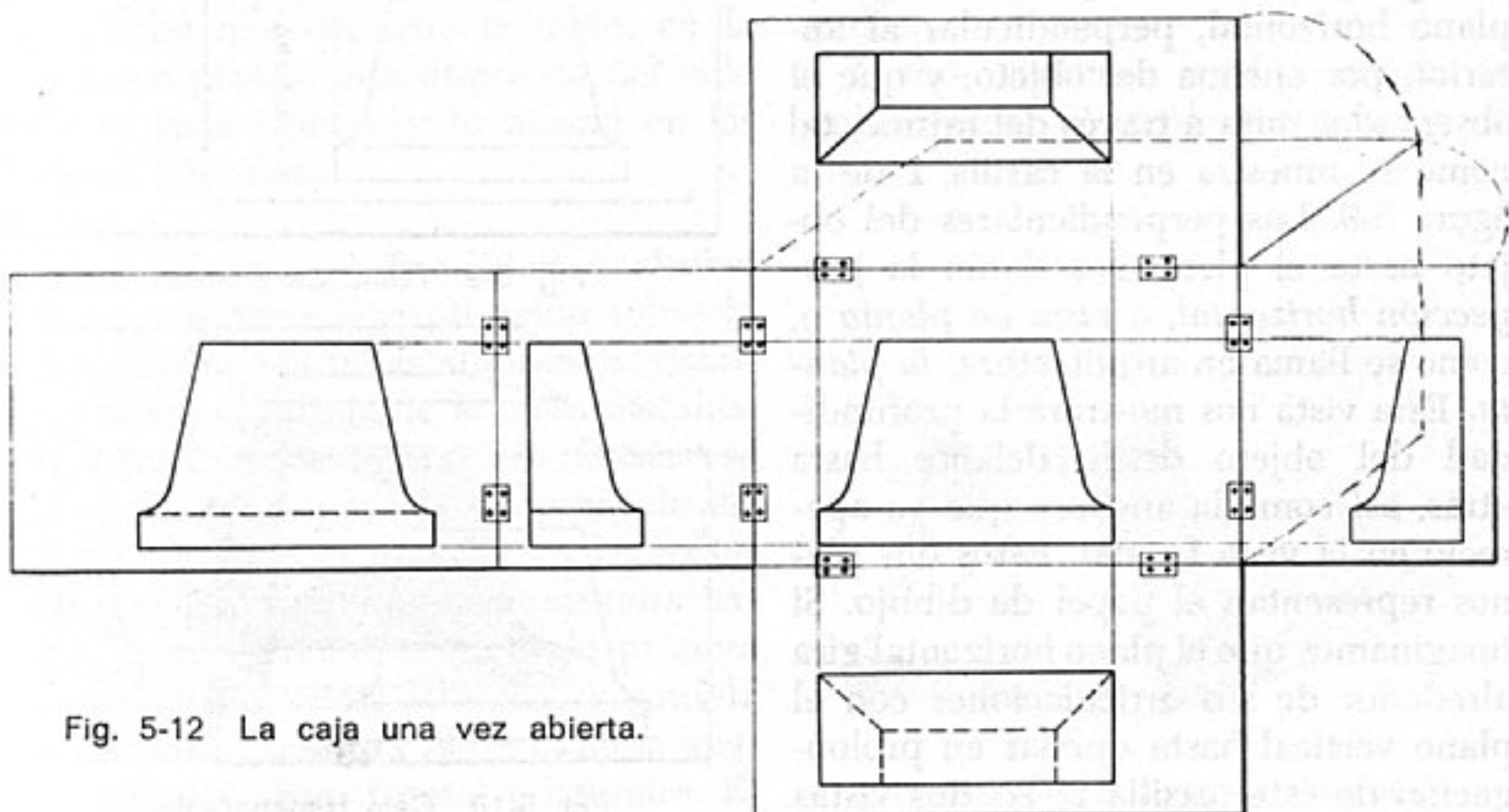
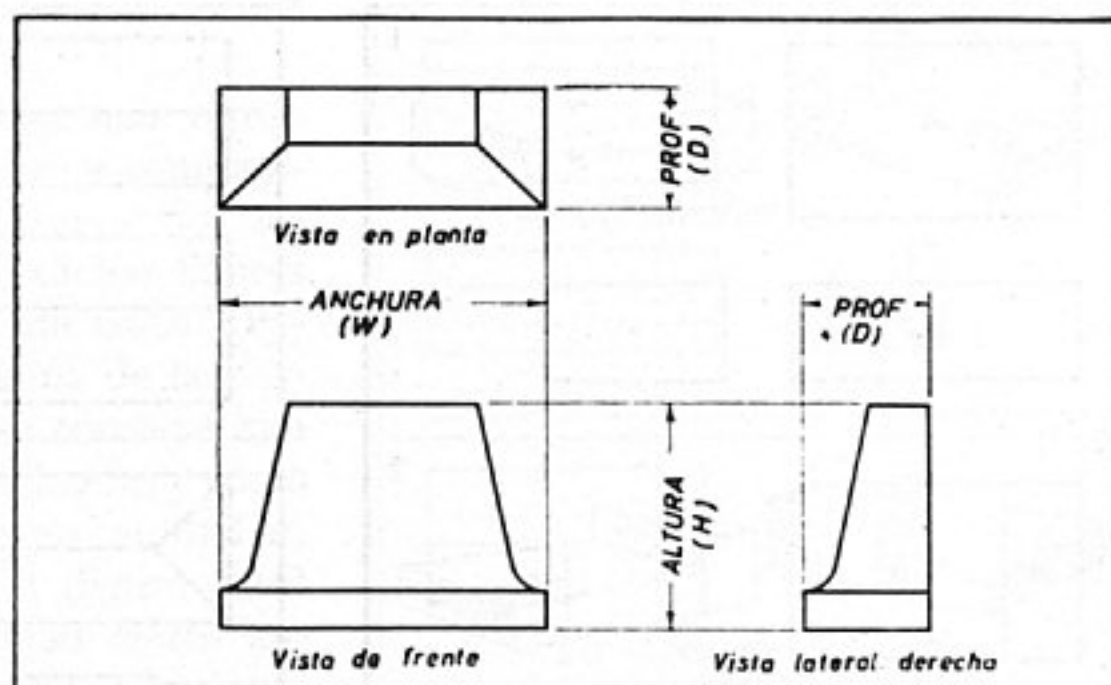


Fig. 5-12 La caja una vez abierta.

Fig. 5-13 Vistas en planta, frontal y lateral derecha.



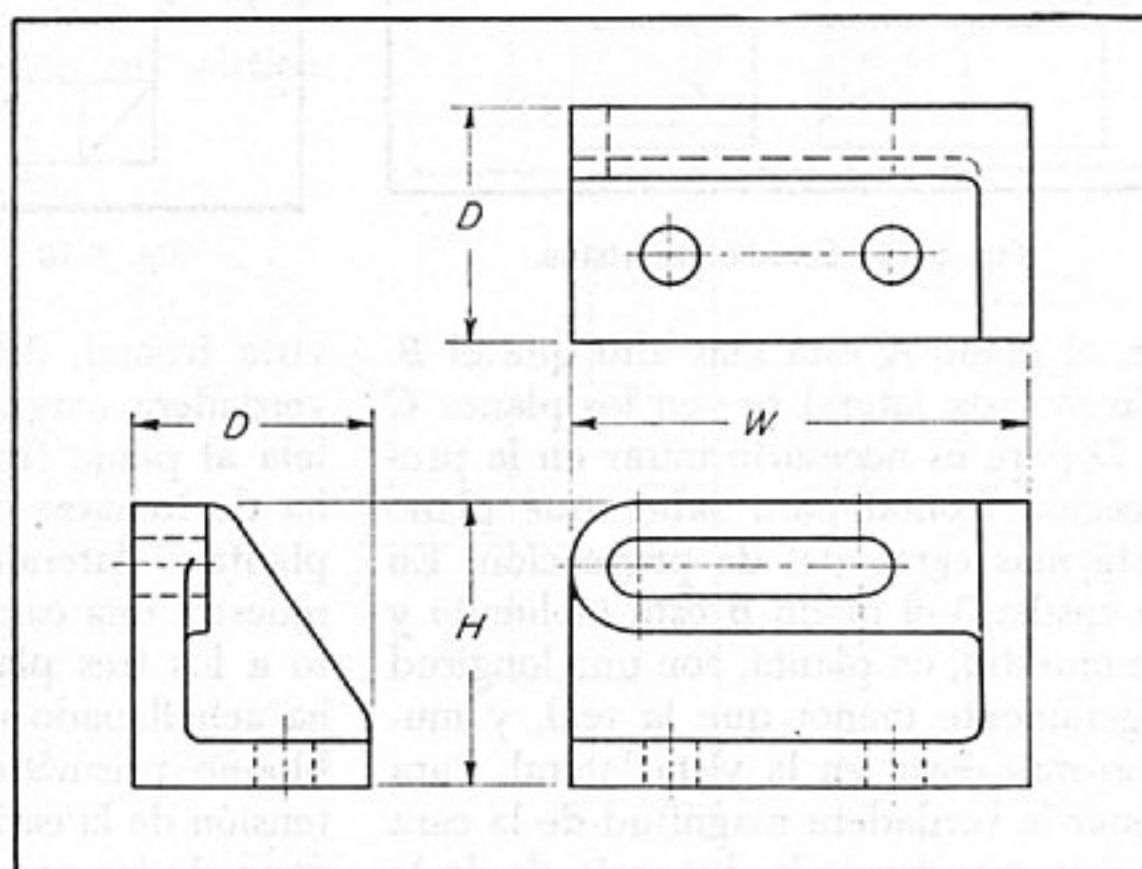
sobre el papel (fig. 5-12). Estas figuras muestran las vistas tal como se proyectan sobre los *seis planos* o caras de la caja.

Obsérvese que algunas de las vistas dan la misma información, ya que son figuras especulares respecto a un eje. Por tanto, resulta innecesario presentarlas todas en un dibujo técnico, si bien, en algunos casos se requieren otras vistas auxiliares. En la figura 5-13 se han dibujado las tres vistas, en planta, frontal y lateral derecha, tal como se suelen presentar según práctica ad-

mitida. Cuando se presenta la vista lateral izquierda se coloca como en la figura 5-14

5.9 Estudio. Para una mejor comprensión de cómo se aplica la teoría de las proyecciones, estúdiense las proyecciones de los dibujos presentados en las siguientes figuras: En la casilla 1 de la figura 5-15 cada vista representa una sola superficie. En la casilla 2, la vista en planta presenta dos superficies, A y B, que son planos a diferente nivel y que, tal como se ve en la vista de fren-

Fig. 5-14 Vistas en planta, frontal y lateral izquierda.



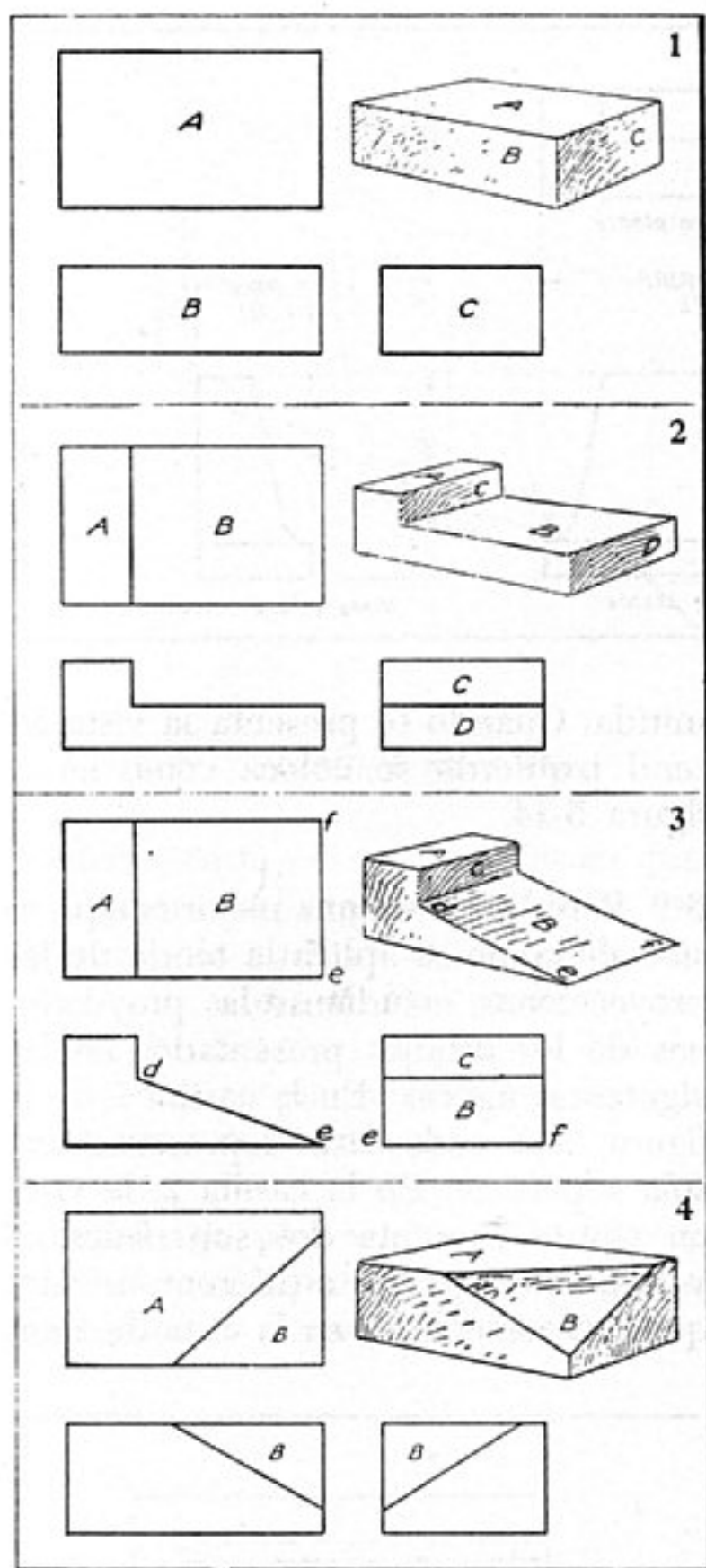


Fig. 5-15 Estudio de vistas.

te, el plano A está más alto que el B. En la vista lateral se ven los planos C y D pero es necesario mirar en la proyección frontal para saber qué plano está más cerca del de proyección. En la casilla 3 el plano B está inclinado y se muestra, en planta, con una longitud ligeramente menor que la real, y mucho más corta en la vista lateral. Para tener la verdadera magnitud de la cara B, hay que tomar la distancia *de* de la

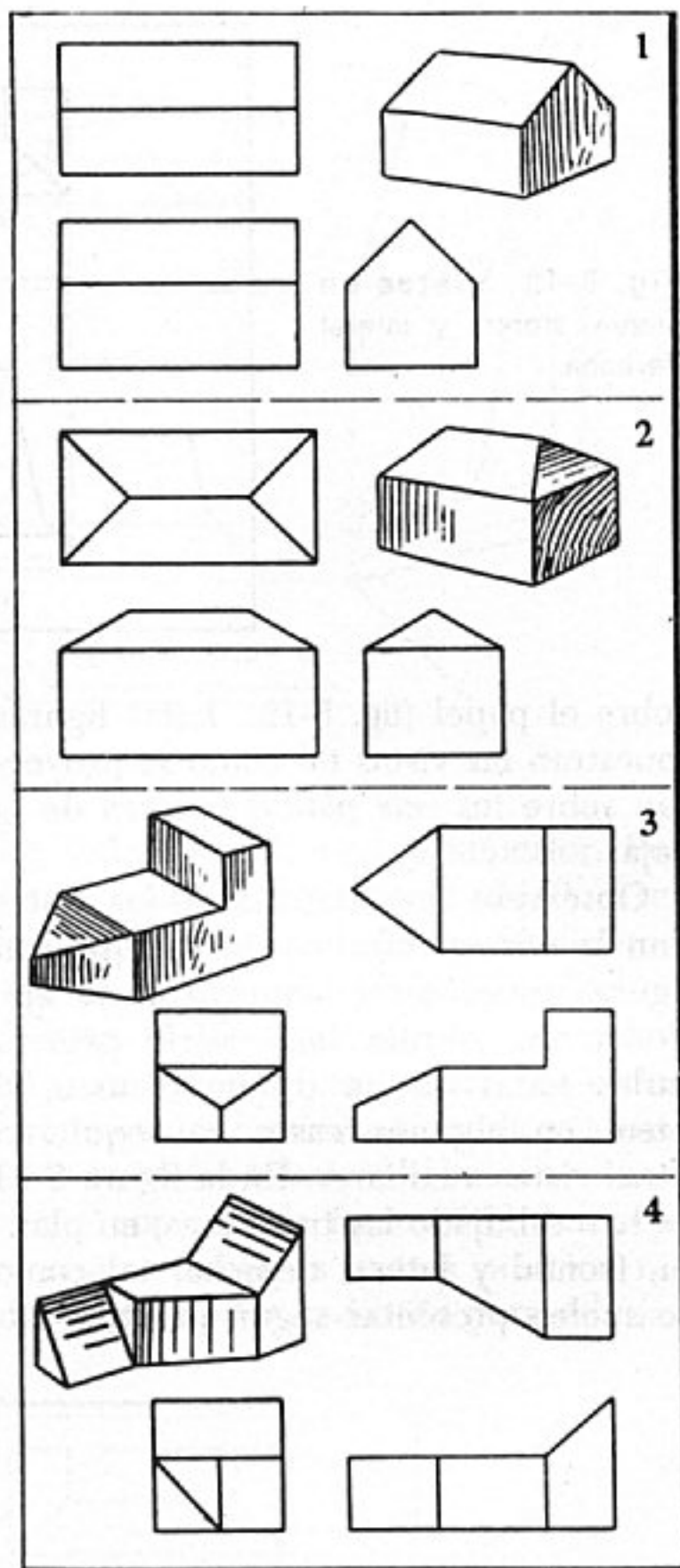


Fig. 5-16 Estudio de vistas.

vista frontal, donde se presenta en su verdadera magnitud (la arista es paralela al plano frontal) y la distancia *ef* ha de tomarse de las proyecciones en planta o laterales. En la casilla 4 se muestra una cara inclinada con respecto a los tres planos de proyección (se ha achafanado uno de los vértices del bloque prismático). La verdadera extensión de la cara B no aparece en ninguna de las proyecciones.

Fig. 5-17 Líneas ocultas.→

En la figura 5-16 se dan más representaciones para su estudio y comparación. Piénsese en las razones por las que se han seleccionado dichas figuras y en el significado de cada trazo. ¿Podría haberse omitido alguna de las vistas en algún caso? Véase cómo se han representado las caras inclinadas y cómo las vistas no muestran su verdadera magnitud. En la casilla 1 (figura 5-16) las caras inclinadas forman cierto ángulo con los planos frontal y horizontal. Estúdiense y describanse las posiciones de las superficies inclinadas de las casillas 2, 3 y 4.

5.10 Líneas ocultas. Puesto que hay que representar todas las partes de un objeto, conviene dibujar todas las caras, tanto si se ven como si no. Las partes que no se ven en las vistas se representan por líneas de trazos, o *líneas ocultas* (fig. 5-17). Estúdiense las vistas de la figura 5-17. Obsérvese cómo el primer trazo de la línea oculta toca la línea de la cual parte (casilla 1).

Si la línea oculta es continuación de otra vista, de trazo lleno, se deja un espacio entre las dos (casilla 2). Si las líneas ocultas representan un vértice,

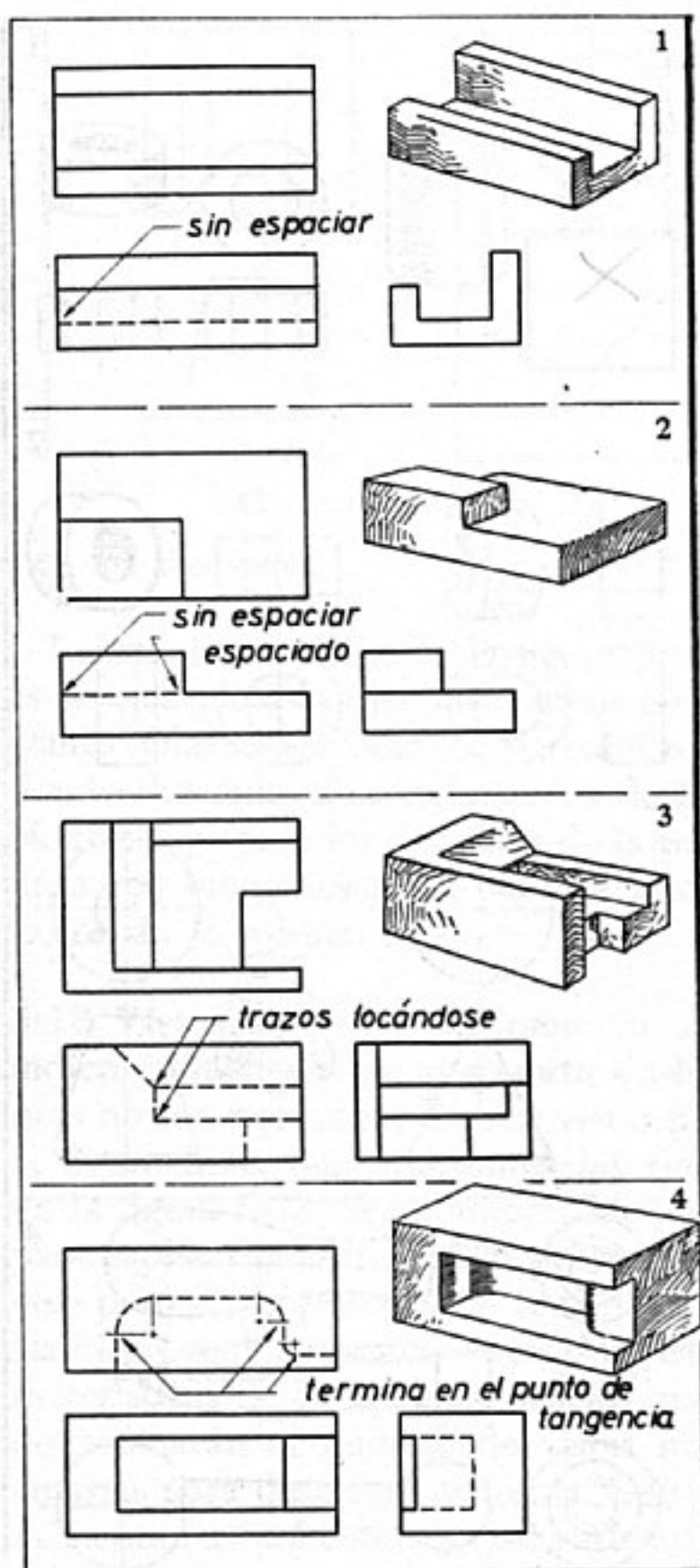
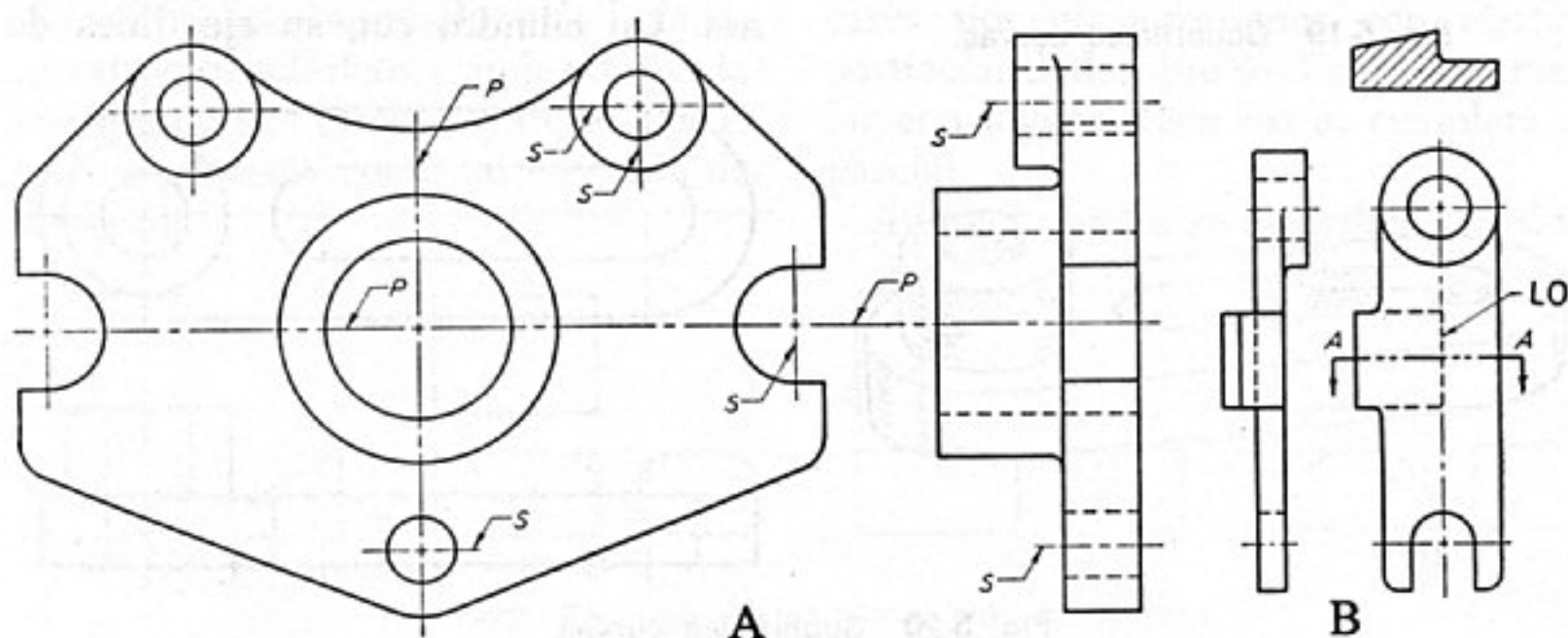


Fig. 5-18 Líneas de centros.



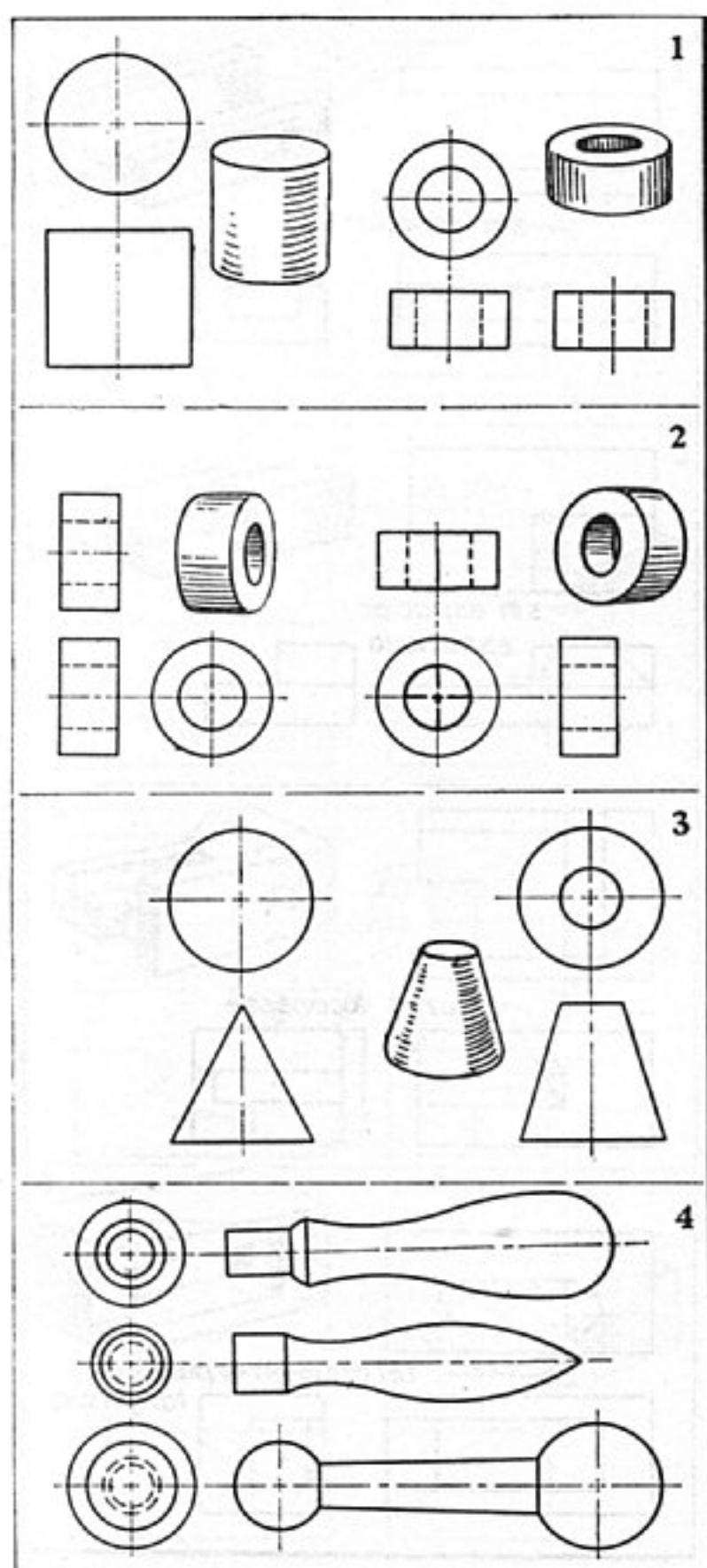
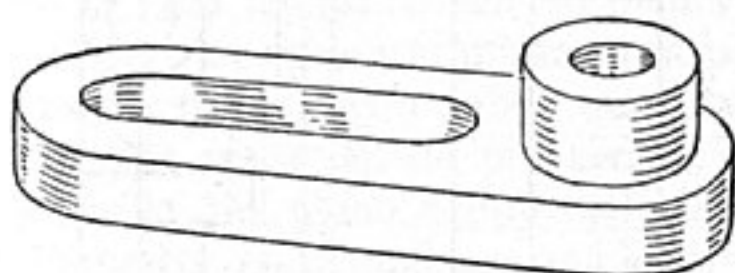


Fig. 5-19 Superficies curvas.



los trazos se tocan en el mismo. Los trazos para arcos no vistos principian y terminan en los puntos de tangencia (casilla 4).

5.11 Líneas de centro (Figs. 11-2, 4). Se usan para situar vistas y dimensiones. Las líneas de centro primarias (P en la figura 5-18, A) suelen ser ejes de simetría de las vistas, o partes importantes de las mismas. Las líneas de centros secundarias (S en la figura 5-18) son ejes de simetría de detalles de un conjunto.

Las primarias serán, por lo tanto, las primeras líneas en trazarse y el dibujo de las diversas vistas se apoya en ellas. Es de hacer notar que las líneas de centros son ejes de cilindros en las vistas laterales y que, en la vista frontal sus intersecciones son centros de arcos o circunferencias.

Las líneas de centros se fijan desde un principio para luego a partir de las mismas poder tomar distancias para trazar las distintas líneas del dibujo. En el tramo LO de la figura 5-18, B, se ha representado una línea oculta que coincide con la línea de centros.

5.12 Superficies curvas. En las casillas 1 a 3 de la figura 5-19 se ilustra el hecho de que las superficies curvas, tales como cilindros y conos, no se muestran como tales en todas las proyecciones. Un cilindro con su eje (línea de

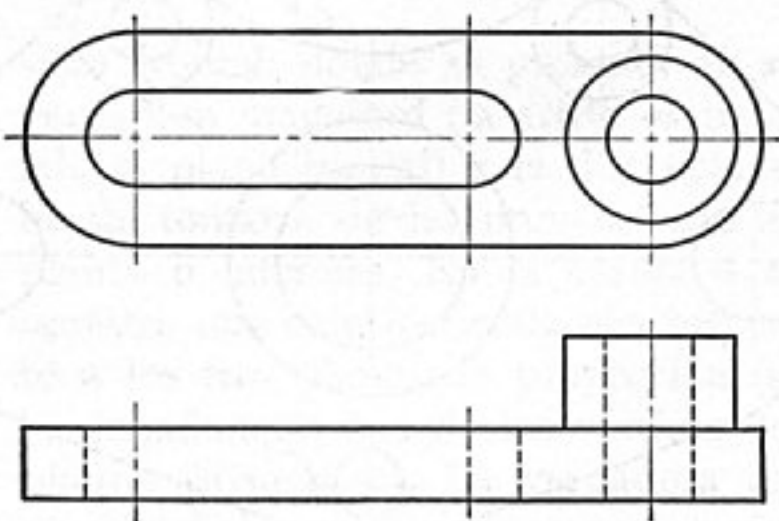


Fig. 5-20 Superficies curvas.

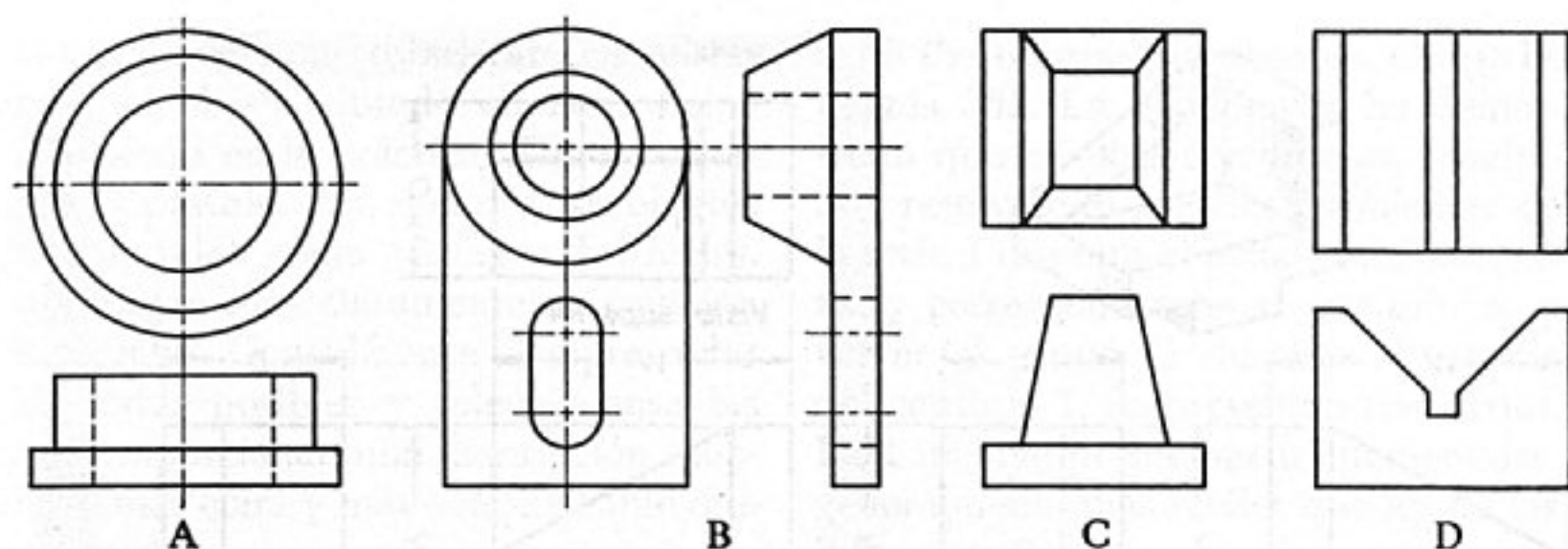


Fig. 5-21 Representaciones con dos vistas.

centros) perpendicular a un plano aparecería como una circunferencia en la proyección sobre dicho plano y como un rectángulo sobre los otros dos planos. En las casillas 1 y 2 se muestran las tres vistas de un cilindro en diferentes posiciones. Un cono se proyecta según un círculo en una de las vistas, y según un triángulo en las otras dos (casilla 3). Un tronco de cono aparece según dos círculos concéntricos (casilla 3). La superficie cónica corresponde al espacio comprendido entre las dos circunferencias.

Los cilindros, conos y troncos de cono son ejemplos de superficies de *curvatura simple* y se proyectan según círculos en una de las vistas y líneas rectas en la otra. Los mangos de la casilla 4 presentan superficies de *doble curvatura* que se proyectan según líneas curvas en ambas vistas. La empuñadura de bola tiene extremos esféricos y en las dos vistas aparecen como círculos ya que una esfera se proyecta como tal en cualquier dirección.

La manivela colisa de la figura 5-20 es un ejemplo de superficies curvas tangentes. Obsérvese cómo los extremos redondeados enlazan con los lados de la manivela y cómo los extremos de la ranura son tangentes a las paredes interiores de la misma.

5.13 Vistas necesarias. Como ya se indicó, para describir el soporte de libros no son necesarias las seis vistas de la figura 5-12. Son suficientes las tres de la figura 5-13. Se dibujaron las seis para explicar la teoría de las proyecciones, pero en la práctica se toman sólo las vistas realmente necesarias. Las características de cada objeto son las que determinarán el número de vistas necesarias para describir su forma. Generalmente bastará con tres vistas adecuadamente escogidas, pero en algunos casos nos encontraremos con ciertas particularidades que se describirán mejor con alguna vista extra, completa o parcial.

Algunos objetos se describen con dos

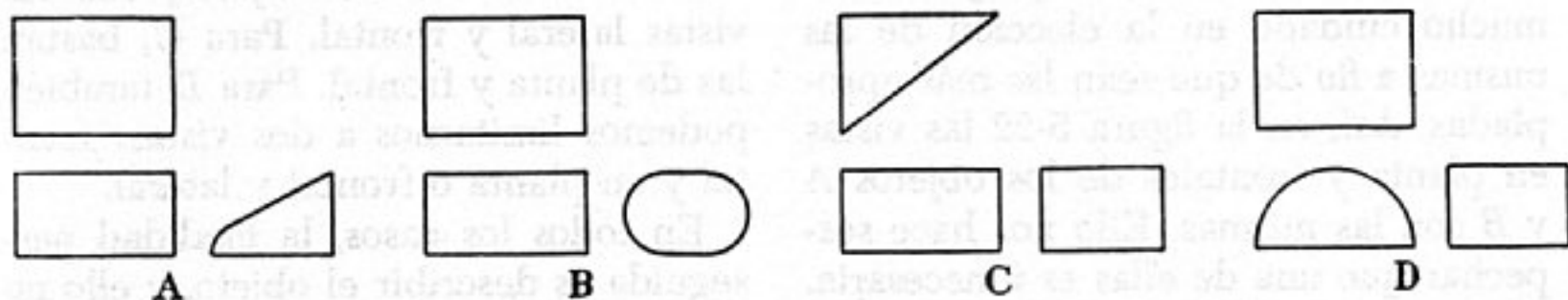


Fig. 5-22 Elección de las vistas más apropiadas.

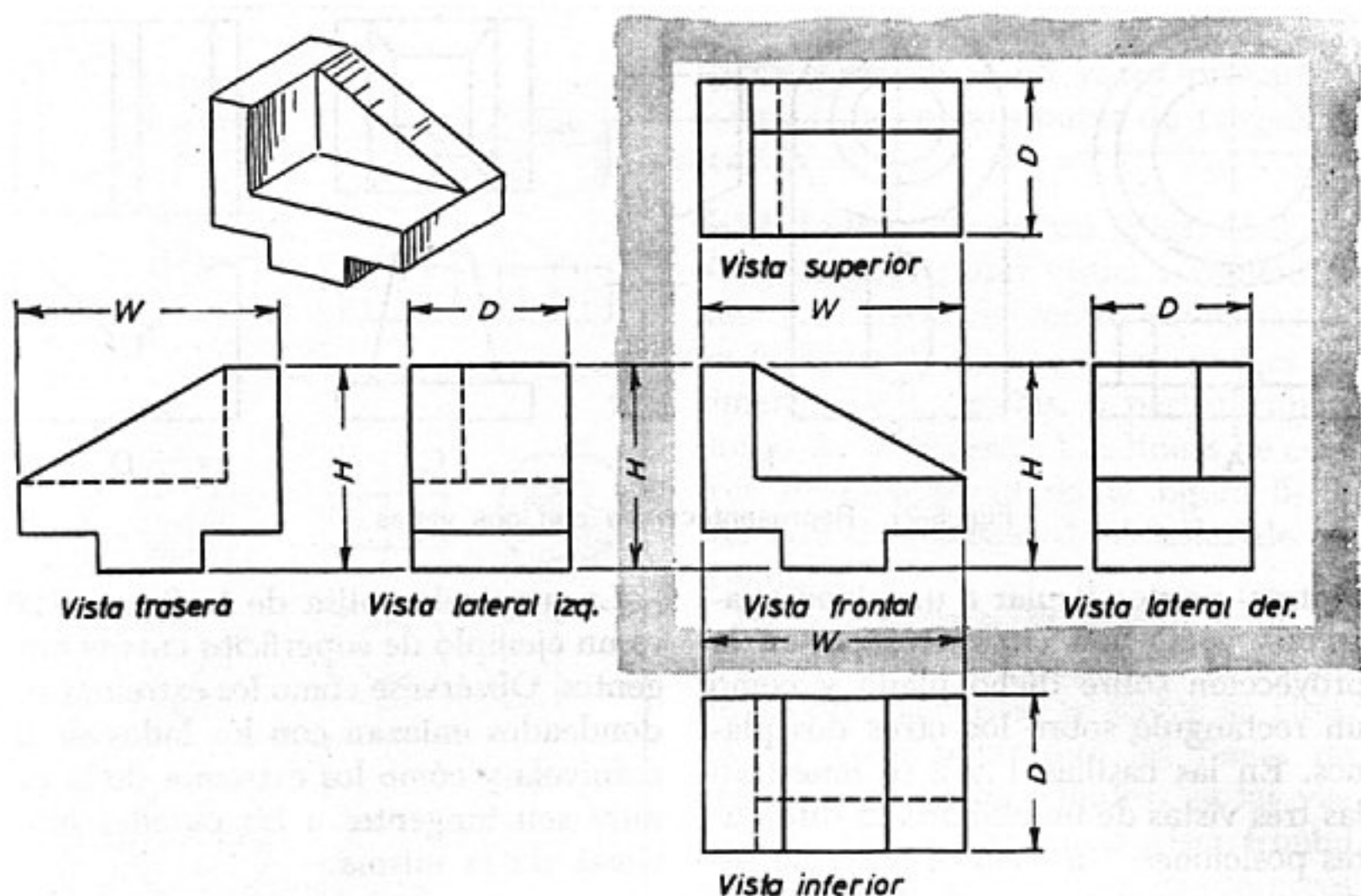


Fig. 5-23 Posiciones de las vistas inferior y trasera.

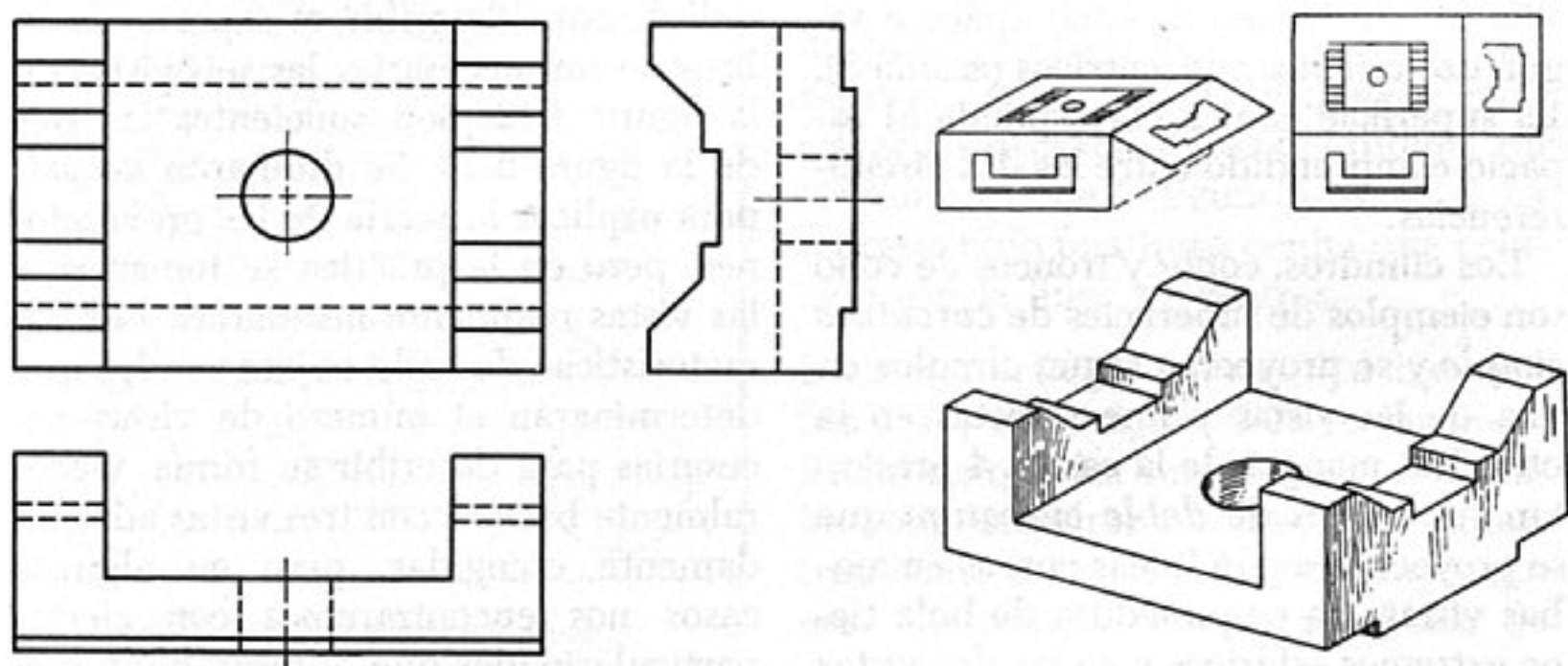


Fig. 5-24 Variante en la situación de la vista lateral.

vistas tal como se indica en la figura 5-21. En este caso hay que tener mucho cuidado en la elección de las mismas a fin de que sean las más apropiadas. Así, en la figura 5-22 las vistas en planta y frontales de los objetos A y B son las mismas. Ello nos hace sospechar que una de ellas es innecesaria. Como la vista lateral en ambos casos

sí es necesaria, bastaría, para representar cada uno de los objetos, con las vistas lateral y frontal. Para C, bastan las de planta y frontal. Para D también podemos limitarnos a dos vistas: frontal y en planta o frontal y lateral.

En todos los casos, la finalidad perseguida es describir el objeto, y ello no debe olvidarse en ningún momento.

Generalmente se dibujarán las vistas para el objeto situado en la posición que ocupa en la práctica. Ello no siempre es posible. Por ejemplo, los objetos largos, tales como vástagos verticales, se dibujan más claramente en posición horizontal. Considérense siempre todas las vistas posibles y selecciónense las que proporcionan una descripción exacta, lo más clara y más comprensible que se pueda.

Para el objeto de la figura 5-23, se muestran las seis vistas. Estúdiense con atención comparándolas con el dibujo en perspectiva de la pieza. Se verá fácilmente que las vistas en planta por arriba, frontal y lateral derecha son las que dan una mejor descripción de la forma y presentan el menor número de líneas ocultas.

5.14 Otra colocación de la vista lateral. Las dimensiones del objeto o el tamaño del papel de dibujo obligan a veces a colocar la vista lateral en otra posición que la indicada anteriormente, como se ve en la figura 5-24. Esta nueva posición puede imaginarse como el resultado de girar el plano lateral alrededor de su arista de intersección con el horizontal superior. En cada caso particular, la práctica y el «ojo clínico» nos indicarán la posición más adecuada.

5.15 Problemas propuestos. Grupo D, página 381. La experiencia ha demostrado que se obtienen buenos resultados resolviendo algunos problemas de la serie 1 durante el estudio del croquizado correspondiente al capítulo 6, y volver al grupo D durante el estudio del capítulo 7. Se presentan tres series. La 1 incluye problemas fundamentales, generalmente más fáciles que los de las listas 2 y 3.

SERIE 1 Problemas: D·1, D·2, D·3, D·4, D·5, D·6, D·7, D·8, D·9, D·10, D·11, D·12, D·13, D·14, D·22, D·25, D·28, D·29, D·30, D·31, D·37, D·39, D·40, D·41, D·43, D·49, D·50, D·52, D·55, D·56, D·61, D·66, D·67, D·68, D·71, D·73, D·74, D·80, D·81, D·84, D·86, D·88, D·96

SERIE 2 Problemas: D·15, D·16, D·18, D·19, D·20, D·21, D·24, D·26, D·27, D·32, D·33, D·34, D·35, D·42, D·44, D·46, D·51, D·54, D·58, D·60, D·62, D·69, D·72, D·76, D·77, D·78, D·79, D·82, D·85, D·87, D·89, D·91, D·92, D·93, D·94, D·95, D·97

SERIE 3 Problemas: D·36, D·38, D·47

Pueden seleccionarse otros correspondientes al capítulo 24.

6 Dibujo a mano alzada

6.1 El dibujo a mano alzada o croquizado es un eficaz y rápido medio de representación, tanto en la práctica corriente de la ingeniería, como en el estudio de la representación de las vistas de cualquier objeto. Es conveniente aprender a dibujar a mano alzada antes que hacerlo con los instrumentos de dibujo. Las vistas se hacen más rápidamente a mano alzada que con el uso de instrumentos. Tales prácticas ayudan a desarrollar el espíritu de observación, el sentido de las proporciones y dan seguridad en el manejo del lápiz.

Es conveniente saber hacer un buen dibujo a mano alzada, que será útil en muchas ocasiones, tales como: (1) croquizar las diferentes piezas de un dibujo de conjunto a fin de mostrar los detalles; (2) hacer croquis parciales o completos para ayudar a leer un dibujo, para explicarlo o para exponer nuevas ideas; (3) para proyectar cambios en máquinas o aparatos ya existentes; (4) para crear nuevos mecanismos; y (5) para hacer bocetos antes de proceder a confeccionar el dibujo definitivo. La destreza en los dibujos a mano alzada es una necesidad para todos los dibujantes, proyectistas e ingenieros de la industria actual. Los croquis son un importante medio de comunicación.

6.2 Equipo para croquizar. Todo el equipo que se precisa para el dibujo a mano alzada se reduce a un lápiz bien afilado (relativamente blando H o F), una goma y papel apropiado. Una hoja de papel blanco sirve para las primeras prácticas.

Existen hoy día en el mercado muchas clases de papel para el croquizado; unos llevan cuadrículas que permiten, en cierto modo, el dibujo a escala; otros están preparados para el dibujo en perspectiva, etc.

En los párrafos 10.24 a 10.26 se explican los instrumentos de medida y equipo auxiliar para hacer croquis a escala de piezas de máquinas u otros objetos.

6.3 Líneas rectas (Fig. 6-1). Puesto que las vistas se componen de líneas rectas y curvas hay que practicar en el trazado de dichas formas antes de empezar a dibujar vistas completas de los objetos.

Las rectas horizontales se trazan de izquierda a derecha como en la casilla 1 de la figura 6-1; las rectas verticales, de arriba hacia abajo como en la casilla 2; y las rectas inclinadas, en las direcciones que se indican en las casillas 3 y 4.

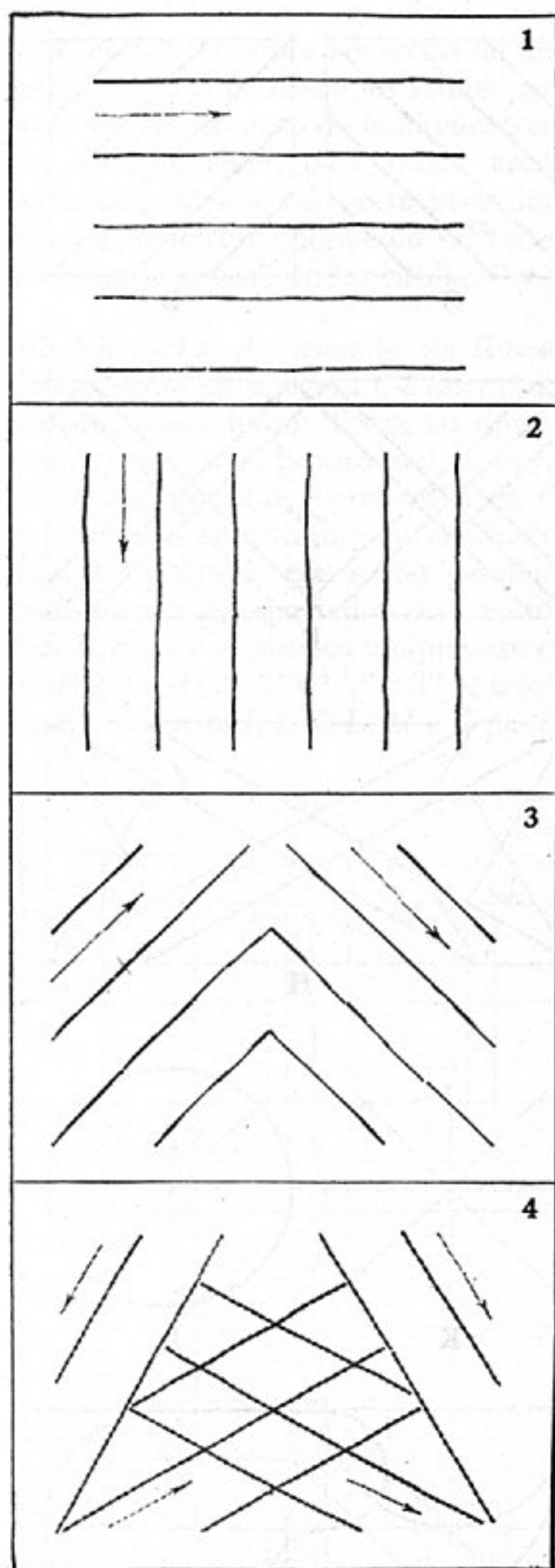


Fig. 6-1 Trazado de rectas a mano alzada.

6.4 Circunferencias y arcos. Se trazan tal como se muestra en la figura 6-2. En la casilla 1, en A y B, los radios se

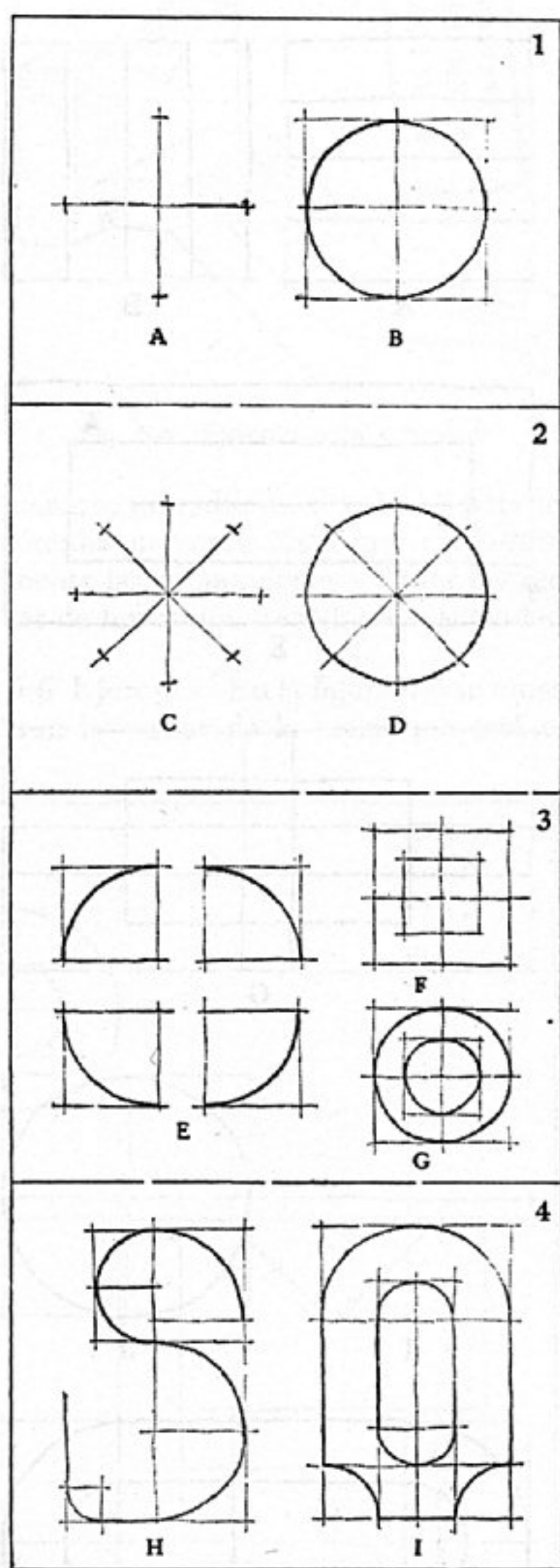


Fig. 6-2 Trazado de círculos y arcos.

han marcado a estima sobre dos ejes, uno vertical y otro horizontal, para dibujar un cuadrado en el que se halla

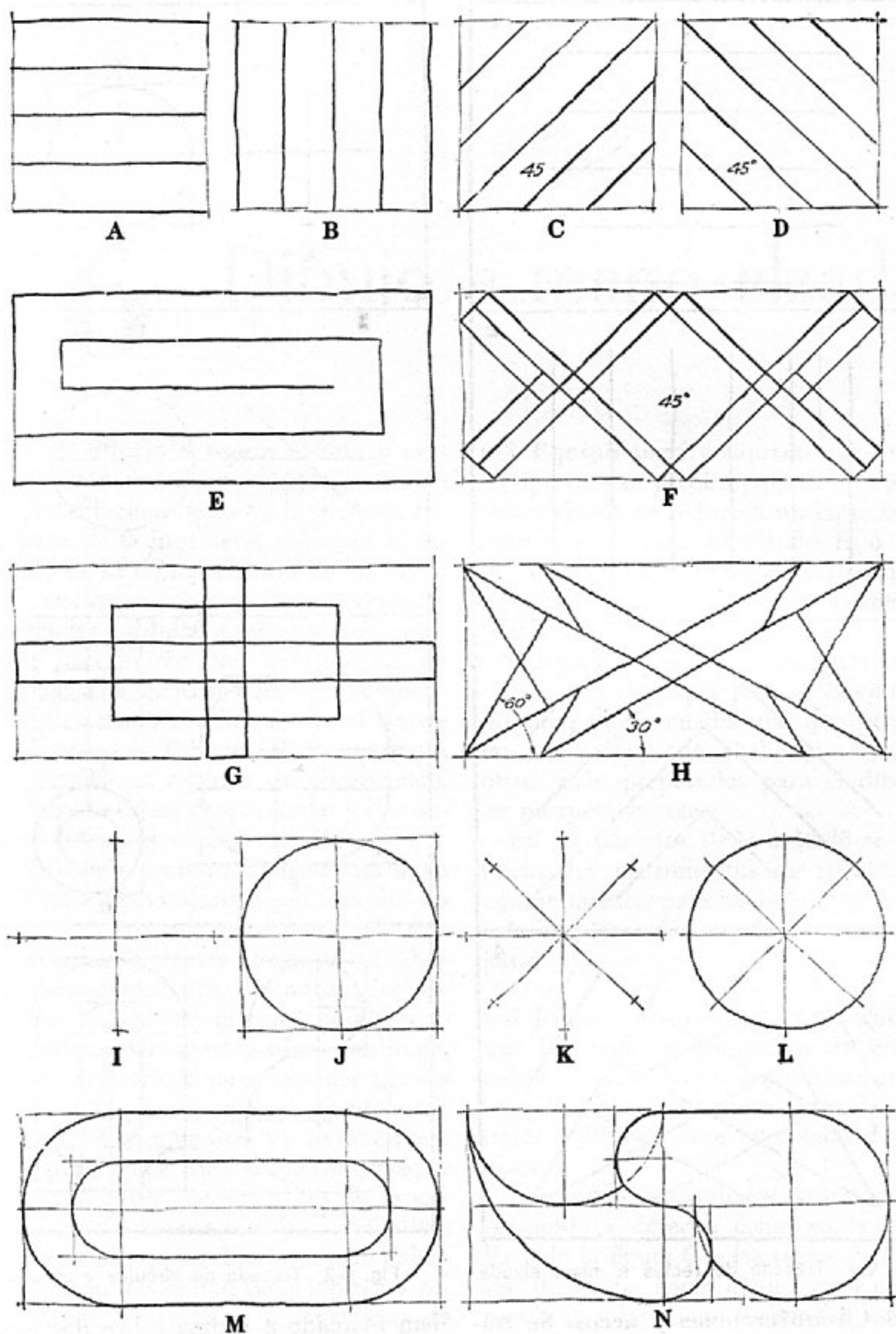


Fig. 6-3 Ejercicios para el trazado de líneas.

inscrita la circunferencia. En la casilla 2, en *C* y *D*, sobre las rectas de una estrella se han marcado los radios para tener puntos de paso de la circunferencia. Generalmente, para trazar arcos, arcos tangentes y curvas se procederá antes a limitarlos por medio de rectas tal como se sugiere en las casillas 3 y 4.

6.5 Ejercicios de trazado de líneas.

Se presentan en la figura 6-3 las primeras prácticas a hacer. Todas las distancias y ángulos indicados deben apreciarse a estima. Los ejercicios *A*, *B*, *C*, y *D* pueden croquizarse en cuadrados de 2 ó 3 pulgadas con rectas paralelas uniformemente espaciadas. Los ejercicios *E*, *F*, *G* y *H* pueden croquizarse en rectángulos de $2'' \times 4\frac{1}{4}''$ o $3'' \times 6\frac{3}{8}''$. En los ejercicios *I*, *J*, *K*, *L*, *M* y *N* puede

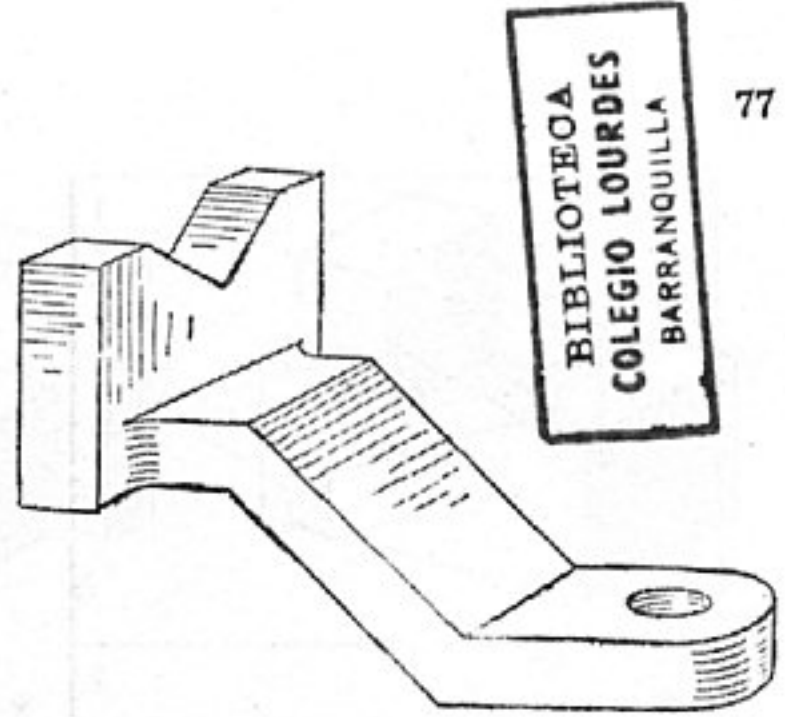


Fig. 6-4 Ejemplo para croquizar.

tomarse un radio de $1''$ o $1\frac{1}{2}''$ para los círculos mayores. Examinar cuidadosamente las proporciones y situar las rectas de limitación trazadas con suavidad.

6.6 Ejemplo. En la figura 6-5 se muestran las vistas de la pieza que está en

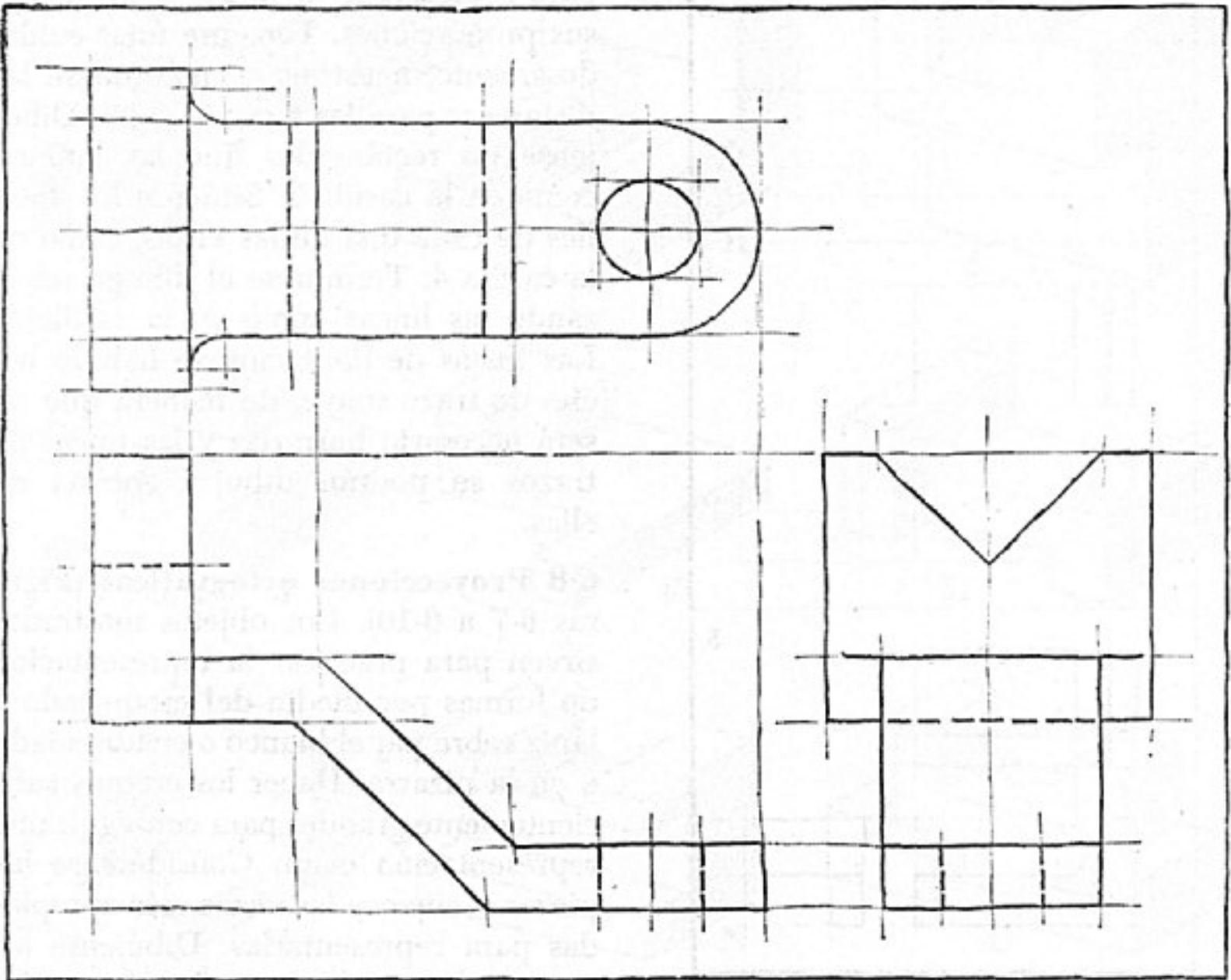


Fig. 6-5 Croquis a lápiz.

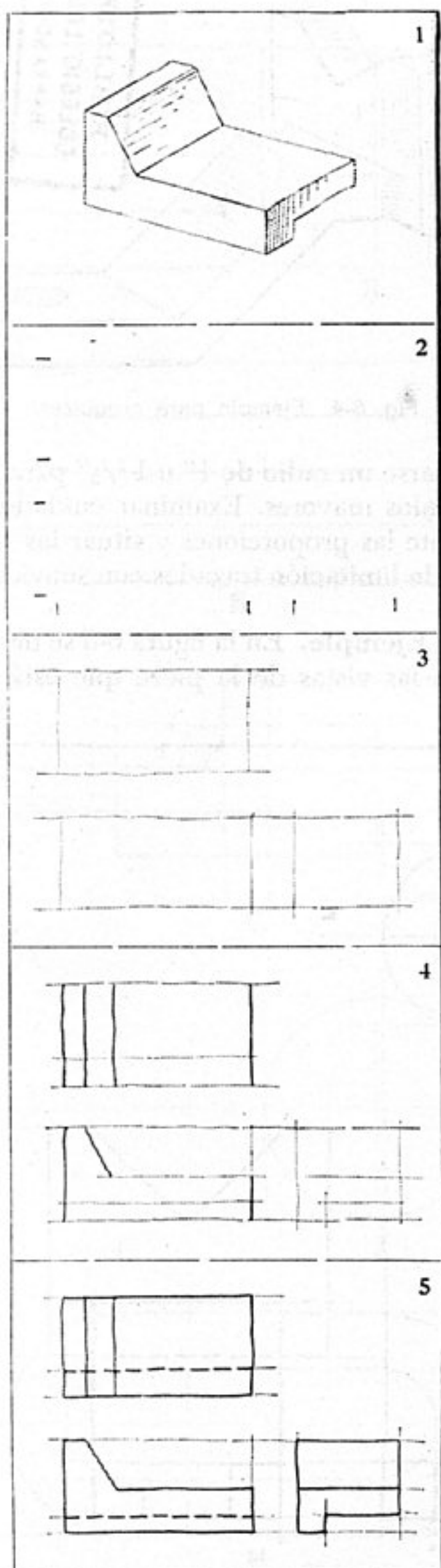


Fig. 6-6 Orden de operaciones.

perspectiva en la figura 6-4. Estas vistas se han trazado a mano alzada. Obsérvese cómo en el esquema se han guardado cuidadosamente las proporciones y también cómo se han dibujado todas las líneas de limitación para las distintas vistas a fin de situarlas adecuadamente en el espacio disponible. No debe nunca croquizarse una vista completa de una vez; trazar las líneas de limitación en cada una y dibujar los detalles, uno a uno, en todas las vistas.

6.7 Método de trabajo. Para adquirir destreza en el dibujo a mano alzada hacen falta una práctica cuidadosa y métodos sistemáticos de trabajo.

Las etapas en la confección de un croquis se muestran en la figura 6-6. Obsérvese la pieza mostrada en la casilla 1. Elíjanse las vistas necesarias para representar la pieza, y júzguense sus proporciones. Tómense éstas cuidadosamente, a estima, y márchense las distancias para las tres vistas (2). Dibújense los rectángulos que las limitan, como en la casilla 3. Sitúense los detalles de cada una de las vistas, como en la casilla 4. Termíñese el dibujo, reforzando las líneas como en la casilla 5. Las líneas de limitación se habrán hecho de trazo suave, de manera que no será necesario borrarlas y las líneas de trazos se podrán dibujar encima de ellas.

6.8 Proyecciones ortográficas (Figuras 6-7 a 6-10). Los objetos mostrados sirven para practicar la representación de formas por medio del croquizado a lápiz sobre papel blanco o cuadriculado o en la pizarra. Hacer los croquis suficientemente grandes para conseguir una representación clara. Considérense las piezas y elíjanse las vistas más apropiadas para representarlas. Dibújense los rectángulos que las limitan y síganse las etapas que se indican en el párrafo 6.7.

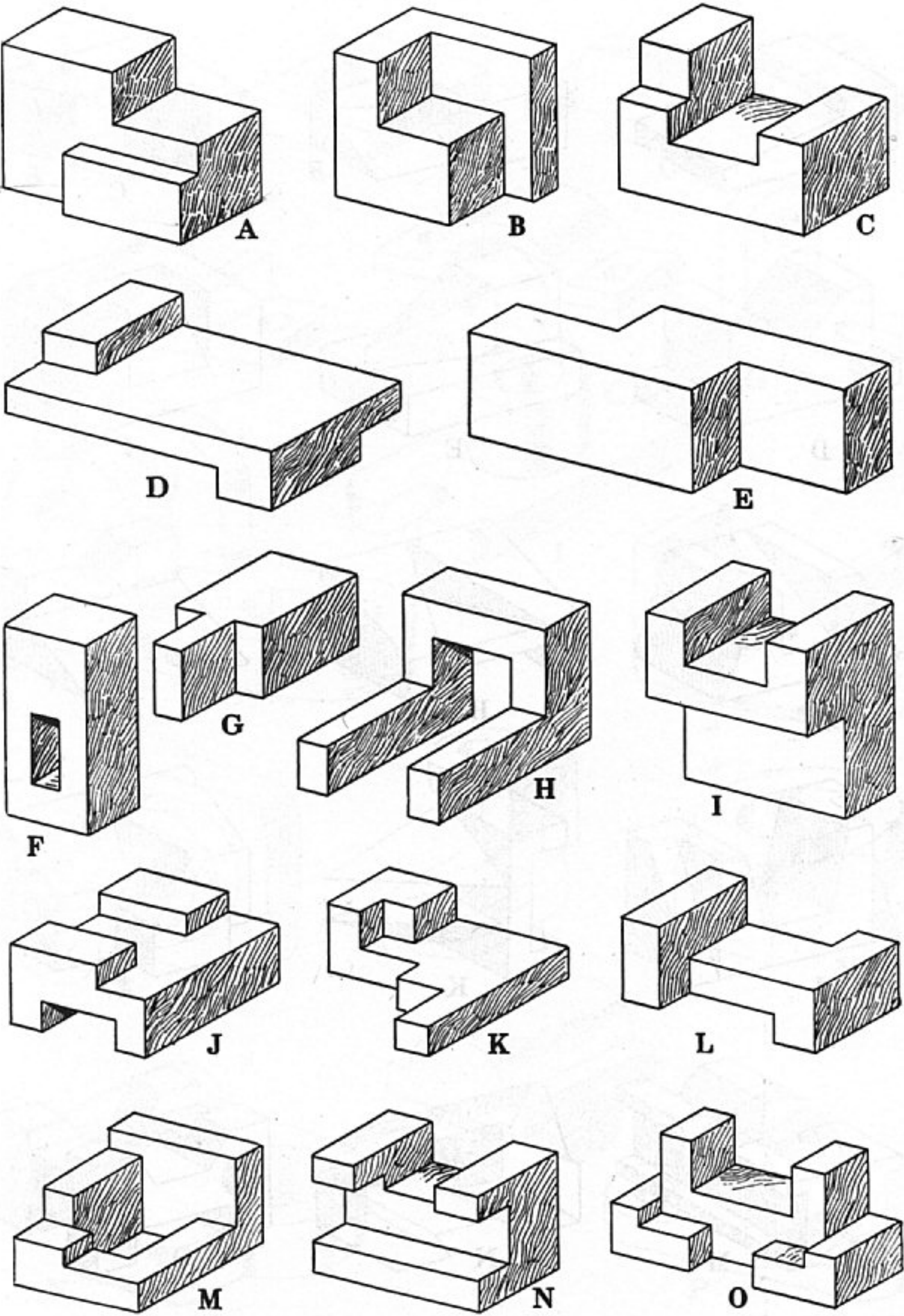


Fig. 6-7 Problemas para dibujo a mano alzada.

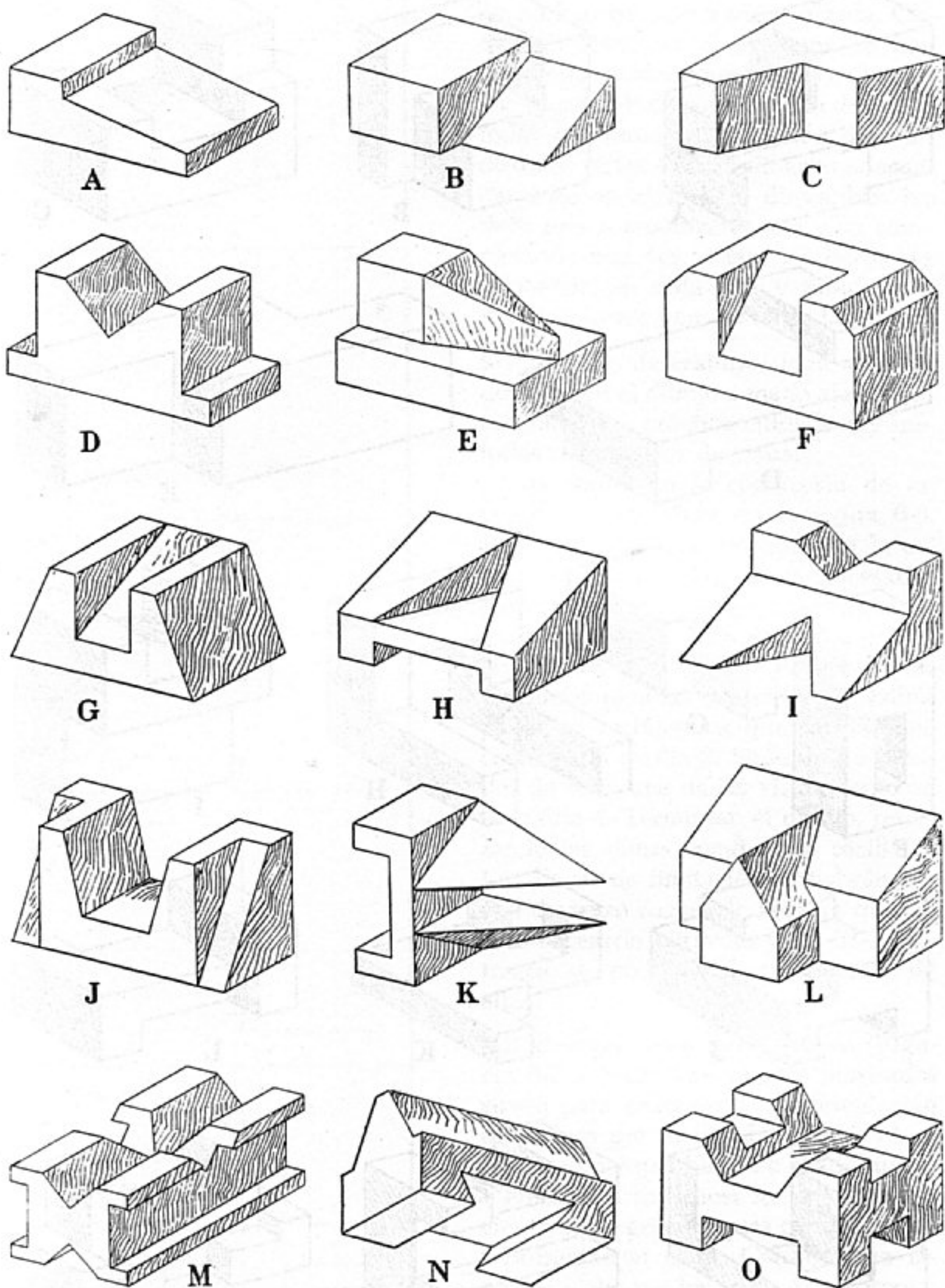


Fig. 6-8 Problemas para dibujo a mano alzada.

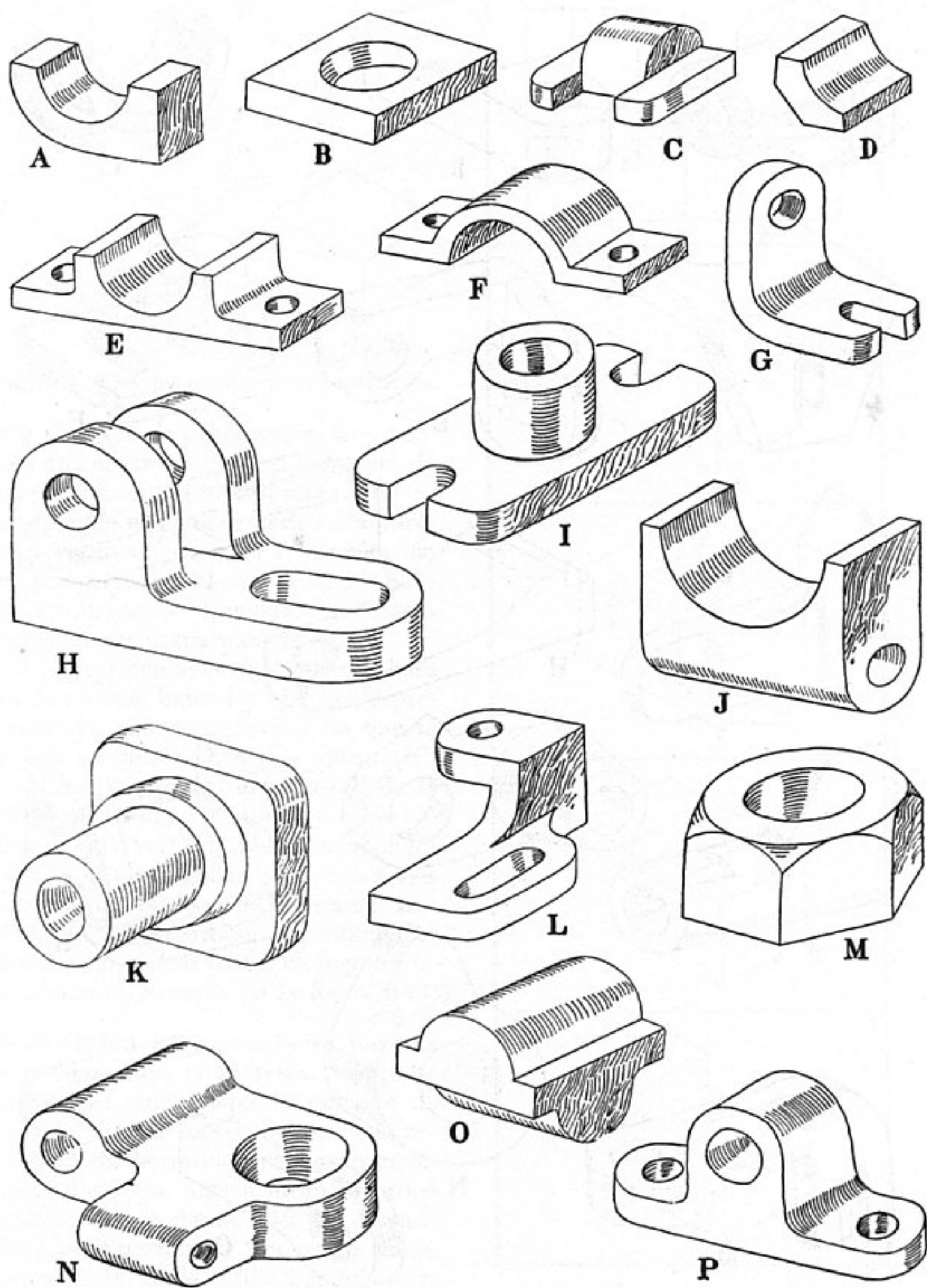


Fig. 6-9 Problemas para dibujo a mano alzada.

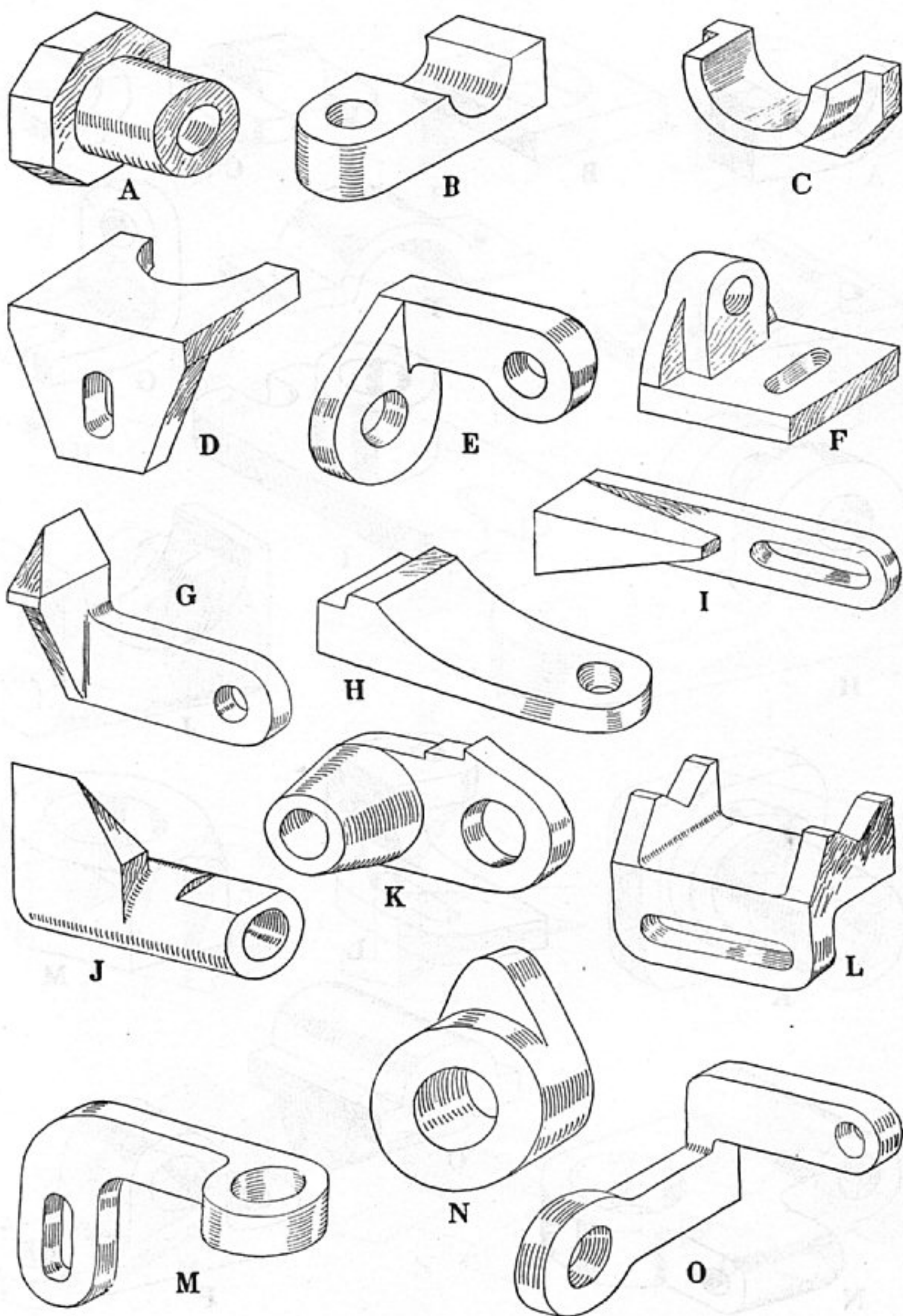


Fig. 6-10 Problemas para dibujo a mano alzada.

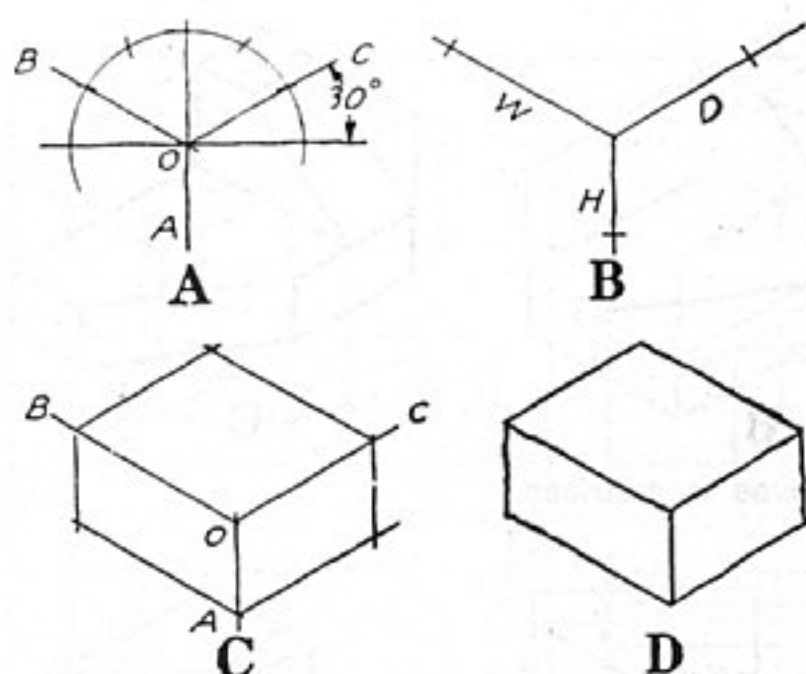


Fig. 6-11 Ejes para croquis en perspectiva.

6.9 Croquis en perspectiva. Constituyen una eficaz ayuda para la lectura de un dibujo o para comprobar que se comprende el significado de cada línea. Hay varios métodos de representación en perspectiva (véase capítulo 14) pero la *representación isométrica* es la más comúnmente usada para este fin.

Una representación isométrica se basa en tres rectas llamadas *ejes* que representan las direcciones sobre las que se sitúan las dimensiones en altura (H), anchura (W), y profundidad (D) de la pieza (fig. 6-11). La altura se toma sobre un eje vertical (OA). La anchura (OB) y la profundidad (OC) sobre ejes que forman 30° con la horizontal. Las rectas a 30° se sitúan a sentimiento, dividiendo en tres partes el ángulo recto, como se muestra en la figura 6-11.

6.10 Orden de operaciones para la representación isométrica. Márquese con líneas muy suaves la posición de los tres ejes, de forma que no haya necesidad de borrarlos una vez completado el dibujo. Sígase luego el orden indicado en la figura 6-12. En la casilla 1 se muestran las tres proyecciones ortográficas. En la casilla 2 se han marcado los tres ejes: altura (H) = OA ; anchura (W) = OB ; profundidad

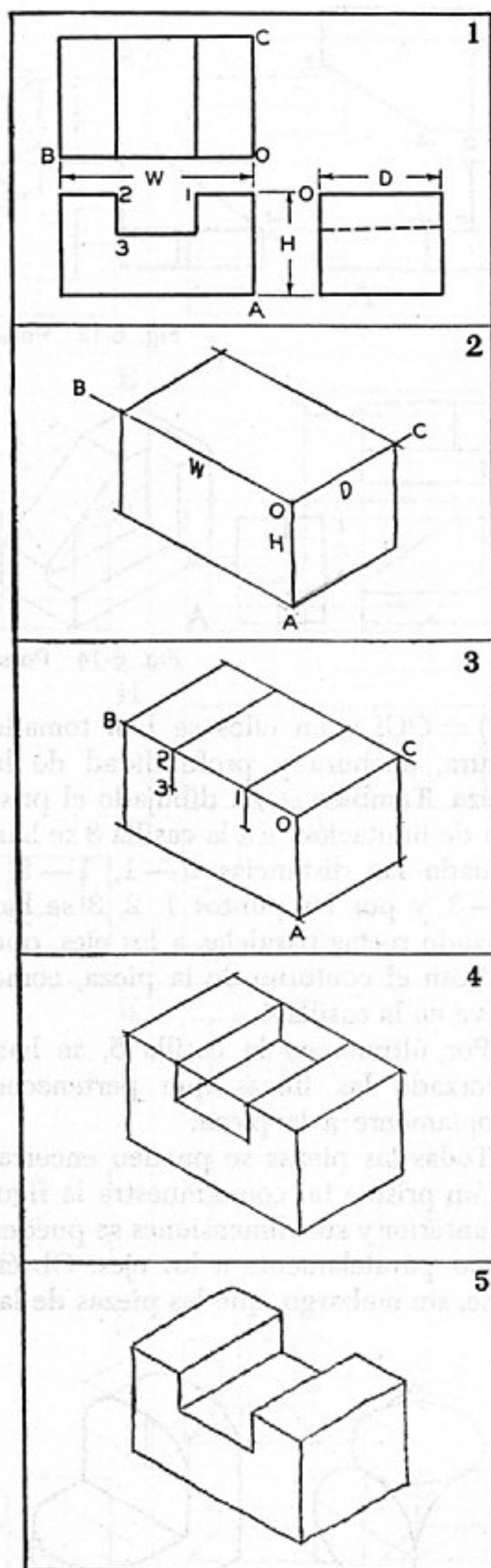


Fig. 6-12 Orden de operaciones para la perspectiva isométrica.

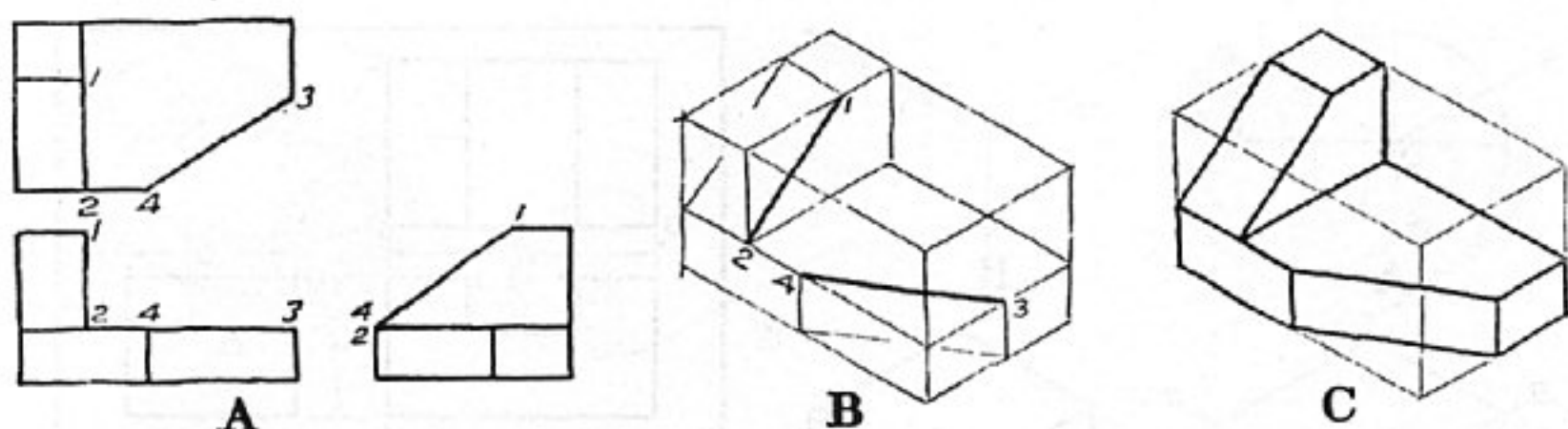


Fig. 6-13 Perspectivas isométricas.

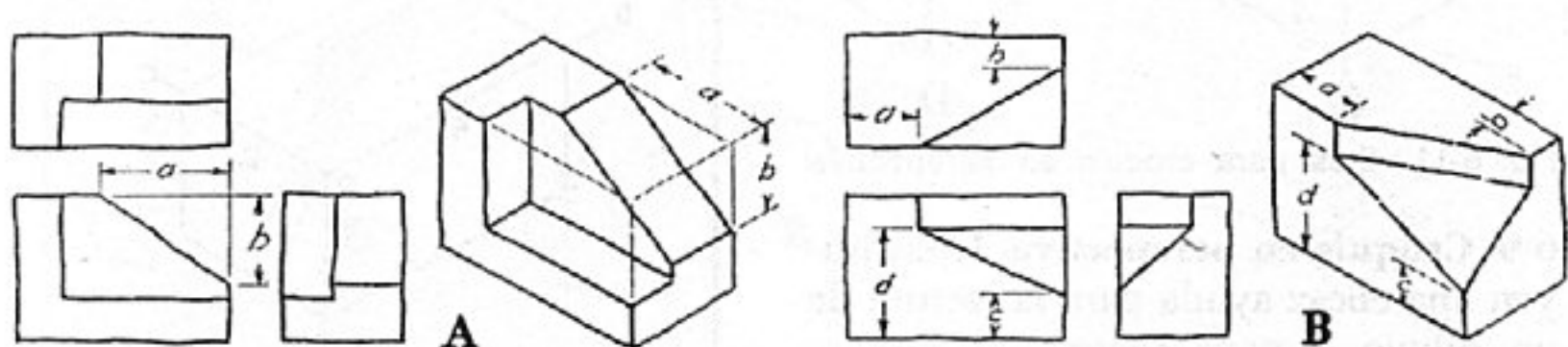


Fig. 6-14 Perspectivas isométricas.

(D) = OC; y en ellos se han tomado altura, anchura y profundidad de la pieza. También se ha dibujado el prisma de limitación. En la casilla 3 se han tomado las distancias 0—1, 1—2 y 2—3, y por los puntos 1, 2, 3 se han trazado rectas paralelas a los ejes, que indican el contorno de la pieza, como se ve en la casilla 4.

Por último, en la casilla 5, se han reforzado las líneas que pertenecen propiamente a la pieza.

Todas las piezas se pueden encerrar en un prisma tal como muestra la figura anterior y sus dimensiones se pueden situar paralelamente a los ejes. Obsérvese, sin embargo, que las piezas de las

figuras 6-13 y 6-14 presentan algunas rectas *no paralelas* a los ejes. En tales casos habrá que situar primero los extremos de dichas rectas y unirlos entre sí. Las rectas paralelas entre sí, en la pieza, aparecerán también paralelas en el croquis, aun en el caso de no serlo a ningún eje.

6.11 Arcos de circunferencia en las representaciones isométricas. Aparecerán como arcos de elipse. Para dibujar la proyección isométrica de una circunferencia, primero trácese el cuadrado circunscrito (en proyección) como se muestra en la figura 6-15. Luego dibújese en él la elipse, como se ve en las

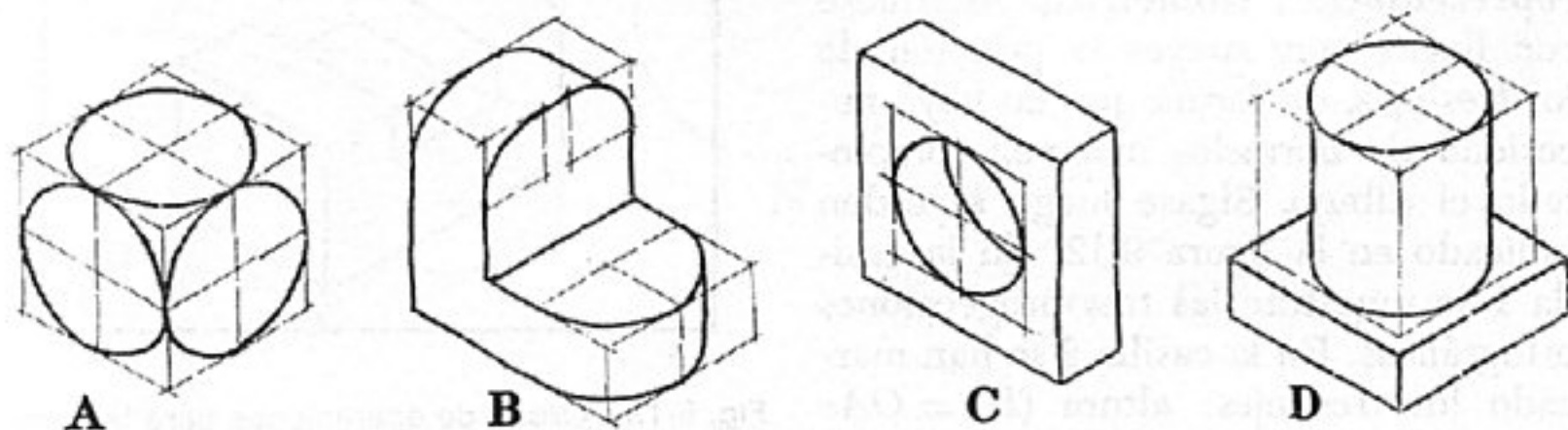


Fig. 6-15 Circunferencias y arcos.

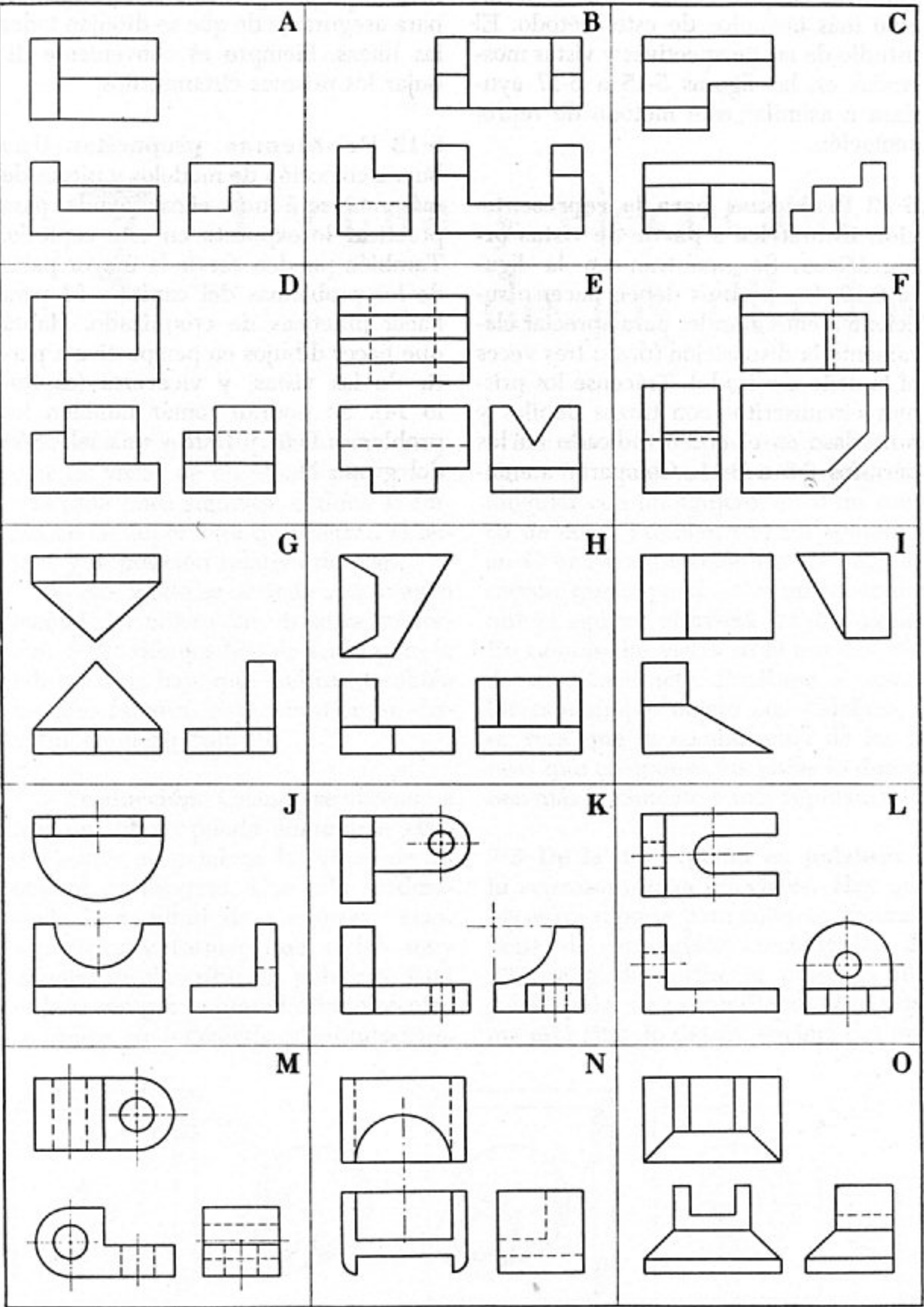


Fig. 6-16 Problemas de perspectiva.

caras del cubo A. En B, C y D se muestran más ejemplos de este método. El estudio de las perspectivas y vistas mostradas en las figuras 5-15 a 5-17 ayudará a asimilar este método de representación.

6.12 Problemas para la representación isométrica a partir de vistas ortográficas: Se muestran en la figura 6-16. Los croquis deben hacerse suficientemente grandes para apreciar claramente la disposición (dos o tres veces el tamaño mostrado). Trácese los prismas circunscritos con trazos débiles y procédase en el orden indicado en los párrafos 6.9 a 6.11. Comparar atenta-

mente con la representación ortográfica para asegurarse de que se dibujan todas las líneas. Siempre es conveniente dibujar los prismas circunscritos.

6.13 Problemas propuestos. Una buena colección de modelos y piezas de máquina será una eficaz ayuda para practicar lo expuesto en este capítulo. También pueden servir la mayor parte de los problemas del capítulo 24 para hacer prácticas de croquizado. Habrá que hacer dibujos en perspectiva a partir de las vistas, y viceversa (capítulo 14). Se podrán tomar también los problemas D.67 y D.75 y una selección del grupo N.

7 Lectura y ejecución de los dibujos

7.1 Leer un dibujo consiste en estudiar las vistas de un objeto para ver lo que cada línea significa, deducir la forma de las superficies que cierran el objeto, y la posición relativa de ellas.

De este modo se obtiene una imagen mental del objeto (se visualiza su forma). Si los dibujos han de servir para la fabricación, hay que indicar también las dimensiones, cuya cuestión se discutirá en el capítulo 10.

7.2 Traducción. Cuando se aprende a leer un dibujo puede empezarse «traduciendo» en palabras las vistas de los objetos o viceversa. Con ello se desarrolla la facultad de visualizar líneas, superficies y formas que serían muy difíciles de describir en palabras. Ésta es la razón por la que el dibujo técnico se aplica en ingeniería y arquitectura.

Examínese el objeto mostrado en la figura 7-1. En A se tiene un prisma rectangular con un agujero; en B un tronco de cono, también con un agujero y en C una combinación de ambos. Obsérvese que la perspectiva no nos indica que el agujero atraviesa las dos piezas. En cambio, las vistas en D nos dan una descripción exacta. Pruébese a describir este simple objeto con palabras, y se verá que la combinación de las líneas que componen las vistas lo describen más fácilmente y más rápidamente.

7.3 De la descripción en palabras a la representación en vistas. Hay que hacer un soporte para cojinete. Se compone de un prisma rectangular de $2\frac{1}{4}$ pulg. de ancho, $\frac{3}{8}$ pulg. de alto y $1\frac{3}{8}$ pulg. de profundidad. Otro prisma está situado detrás, encima del pri-

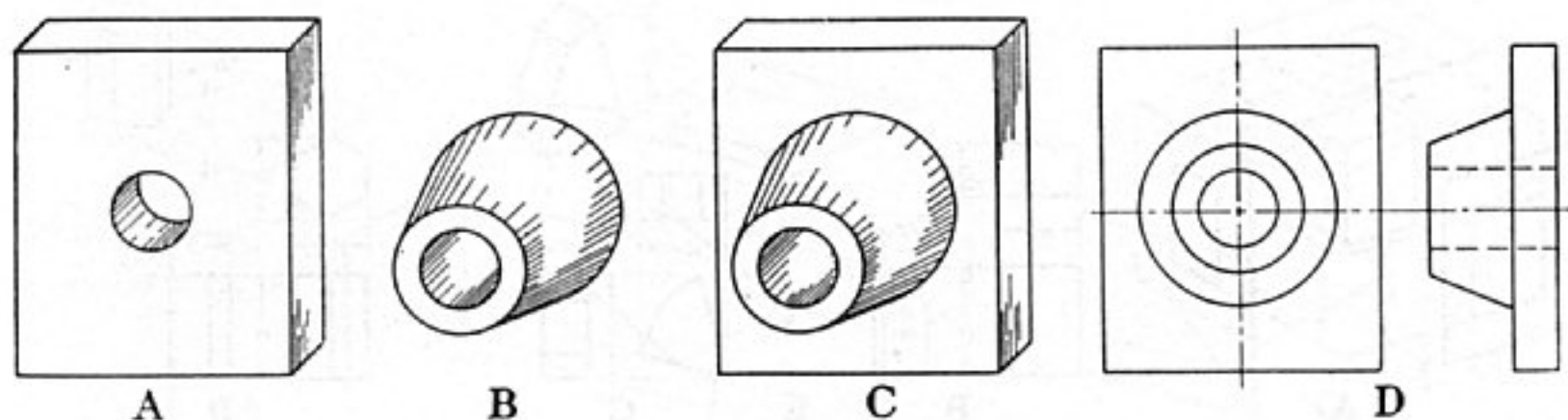


Fig. 7-1 Traducción.

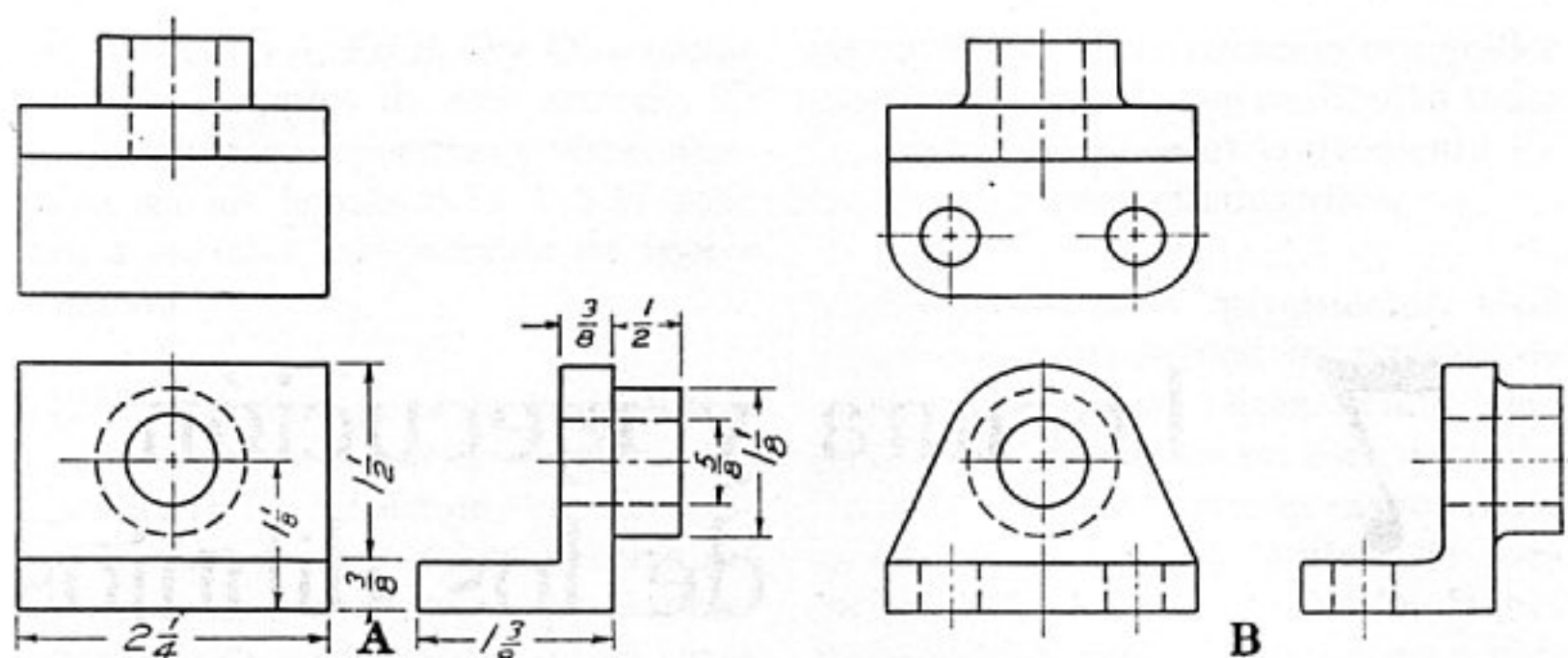


Fig. 7-2 Traducción.

mero. Mide $2\frac{1}{4}$ pulgadas de ancho, $1\frac{1}{2}$ pulg. de alto y $\frac{3}{8}$ pulg. de profundidad. Este último prisma tiene un cilindro que se proyecta hacia atrás en su centro. El cilindro tiene un diámetro de $1\frac{1}{8}$ pulg. y una longitud de $\frac{1}{2}$ pulgada. Un agujero de $\frac{5}{8}$ pulg. atraviesa el cilindro y el prisma. Esta pieza simple se puede traducir en vistas que lo describen más exactamente y con mayor rapidez, como se muestra en A, figura 7-2. Si, además, hubiese que describir los agujeros para los tornillos de fijación, el redondeamiento de las esquinas y otros detalles que aparecen en B, la descripción con palabras nos tomaría mucho más espacio.

7.4 Proyección de las distancias. Hemos visto que la altura H de un objeto aparece en las vistas frontal y lateral,

la anchura W en la frontal y en planta, y la profundidad D en la lateral y en planta. Ello se ilustra para un prisma en la figura 7-3, en A y B, y para otras dos piezas en C y D. Así, los valores en altura están limitados entre rectas horizontales paralelas y las anchuras entre rectas paralelas verticales. Las profundidades están limitadas por rectas paralelas horizontales en la vista en planta y las correspondientes rectas paralelas verticales en la vista lateral. De igual forma se indican las distancias parciales (fig. 7-4).

7.5 Proyecciones de puntos. En la figura 7-5, en A, se muestra la perspectiva de un bloque entallado. Para tener las tres vistas, dibújense las líneas de contorno correspondientes a cada una de ellas, como en B. La proyección del

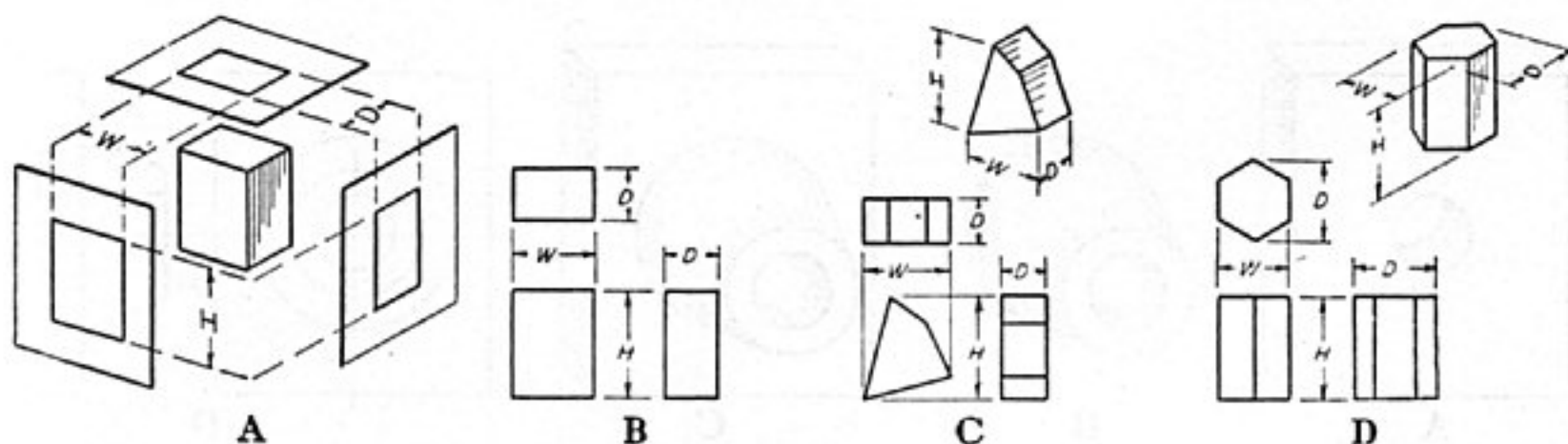


Fig. 7-3 Proyecciones de distancias.

punto a en la vista lateral se sitúa a la distancia D , tomada de la proyección en planta. En la vista frontal, el punto a se obtiene por proyección vertical desde la vista en planta y proyección transversal desde la vista lateral. De la misma manera se sitúan otros puntos como se muestra para b en C.

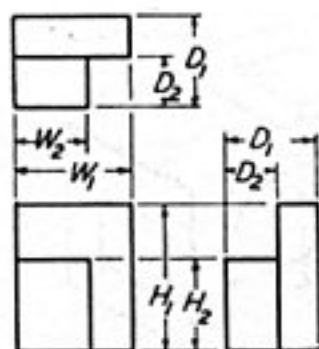


Fig. 7-4 Proyecciones de distancias.

7.6 Proyecciones de líneas. Para proyectar rectas, proyéctense sus extremos (fig. 7-6).

- 1) Una recta paralela a dos planos de proyección aparecerá en verdadera magnitud al proyectarla sobre cada uno de ellos. La recta ab , en A, aparece con su verdadera longitud en las vistas frontal y en planta.
- 2) Una recta perpendicular a un plano de proyección aparecerá como un punto al proyectarla sobre dicho plano. La recta ab , en A, aparece como un punto en la vista lateral.
- 3) Una recta inclinada respecto a dos planos de proyección y paralela al otro, aparecerá con una longitud me-

nor al proyectarla sobre los dos primeros y en su verdadera magnitud al hacerlo sobre el tercero. La recta cd , en B, presenta una longitud menor en las vistas en planta y lateral, y su verdadera magnitud en la vista frontal.

- 4) Una recta inclinada en relación a los tres planos de proyección aparecerá con una longitud menor en cada una de las tres vistas, como ef , en C. En la fig. 7-7 aparecen líneas curvas.
- 1) Una línea curva contenida en un plano paralelo al de proyección aparecerá en su forma real. La curva ab , en A, es paralela al plano frontal y aparece en su forma real, en dicha

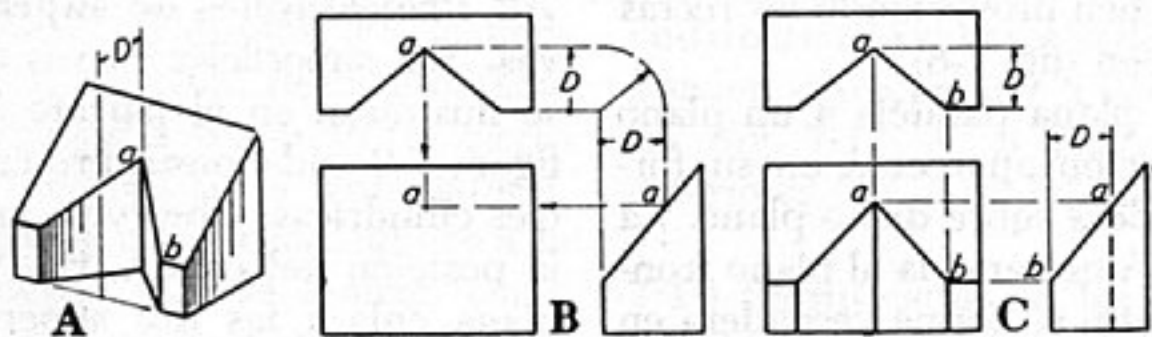


Fig. 7-5 Proyecciones de puntos.

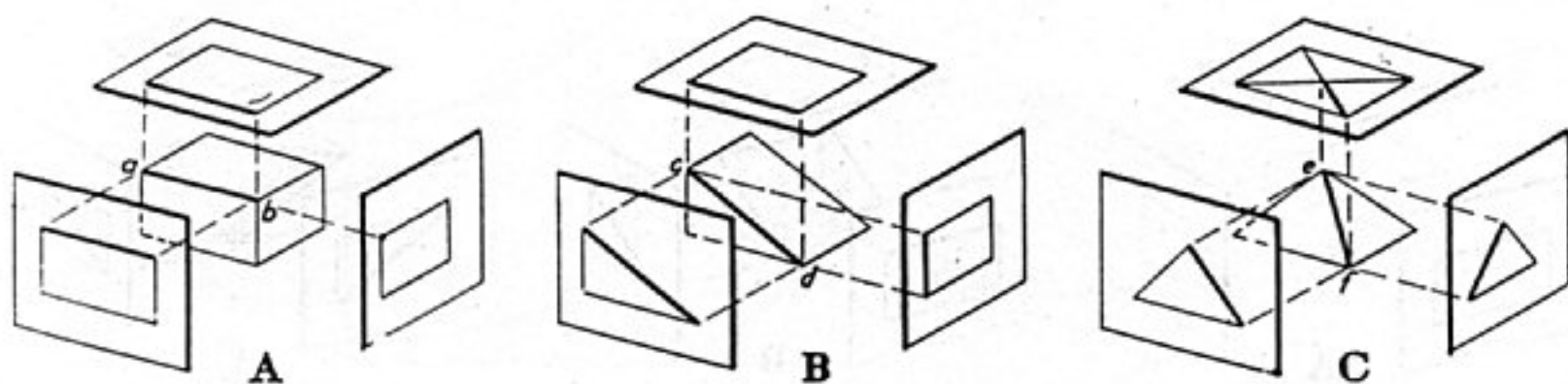


Fig. 7-6 Proyecciones de líneas rectas.

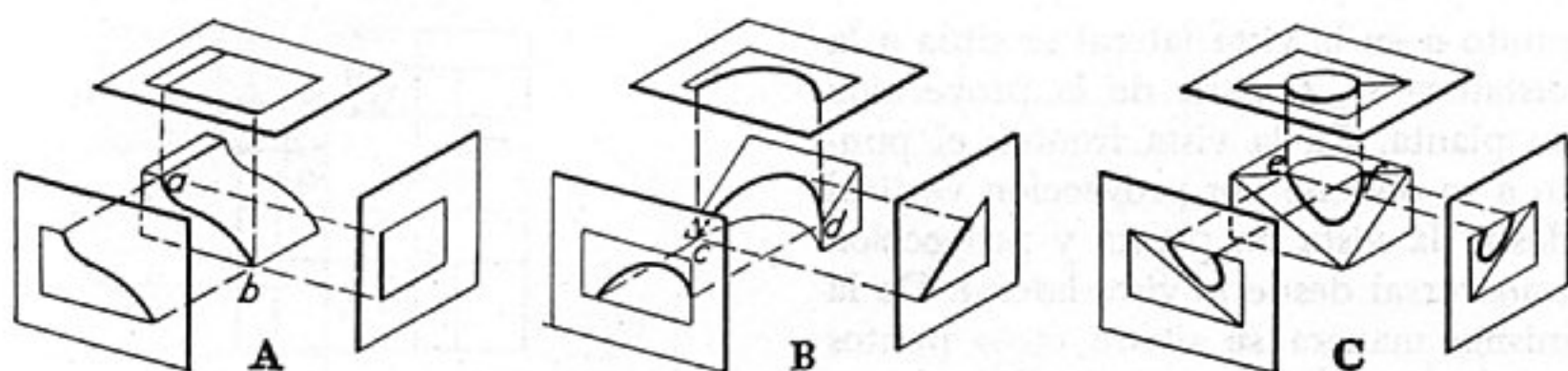


Fig. 7-7 Proyecciones de líneas curvas.

proyección. En las otras dos vistas aparece como una línea recta.

- 2) Una curva contenida en un plano inclinado en relación a dos de los planos de proyección y perpendicular al otro, no se mostrará en su forma verdadera en ninguna de las proyecciones. Al proyectarla sobre el plano perpendicular aparecerá como una recta. La curva *cd* de la figura B ilustra lo que acabamos de decir.
- 3) Una curva contenida en un plano inclinado respecto a los tres de proyección, no aparecerá en su forma verdadera en ninguna de las vistas, como se ve en C para la curva *ef*.

7-7 Proyecciones de superficies planas. Se obtienen proyectando las rectas que las definen (fig. 7-8).

- 1) Una cara plana paralela a un plano de proyección aparecerá en su forma verdadera sobre dicho plano. La cara 1 de A es paralela al plano frontal y muestra su forma verdadera en dicha vista.
- 2) Una cara plana perpendicular a un

plano de proyección aparecerá como una recta en la vista sobre dicho plano.

- 3) Una cara plana inclinada en relación al plano de proyección no aparecerá en su forma real sobre dicho plano. La cara 2, en B, está inclinada en relación a los planos frontal y horizontal y aparece acortada en dichas vistas. Como a su vez es perpendicular al plano lateral, aparece en él según una recta.
- 4) Una cara plana inclinada en relación a cada uno de los planos de proyección no mostrará su forma verdadera en ninguna de las vistas (cara 3, en C).

7-8 Proyecciones de superficies curvas. Las superficies curvas elementales se ilustraron en el párrafo 5-11. En la figura 7-9 cada pieza presenta superficies cilíndricas. Obsérvese en cada caso la posición del centro. En A, una cara plana enlaza las dos superficies cilíndricas de manera que en la vista frontal aparecerá una recta entre las mis-

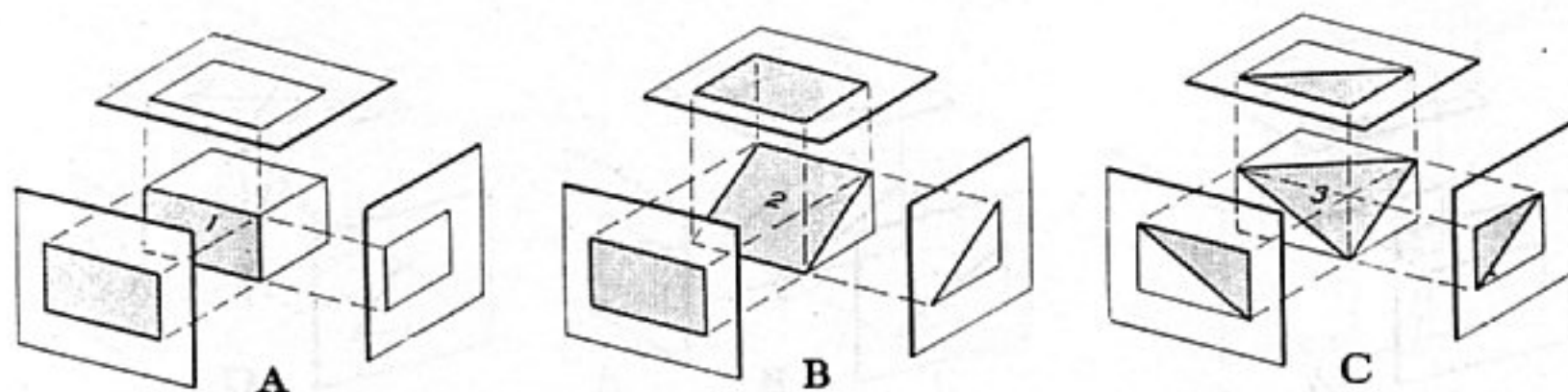


Fig. 7-8 Proyecciones de caras planas.

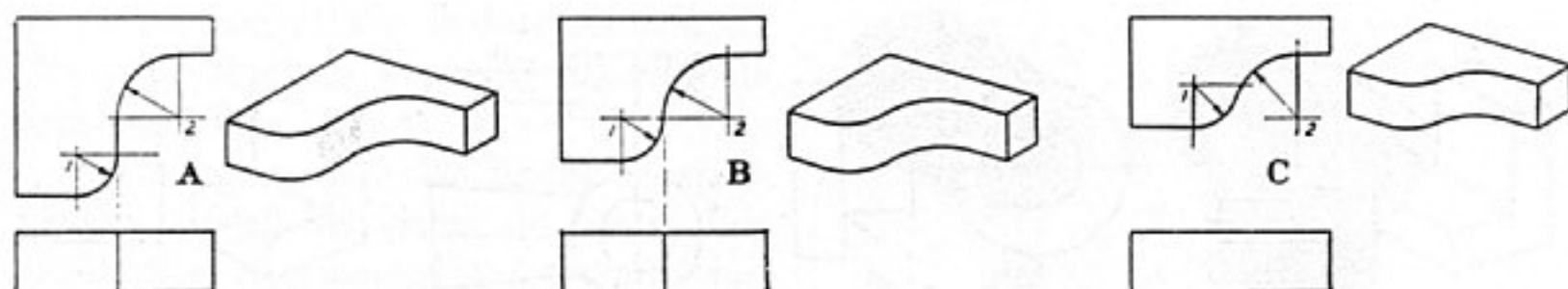
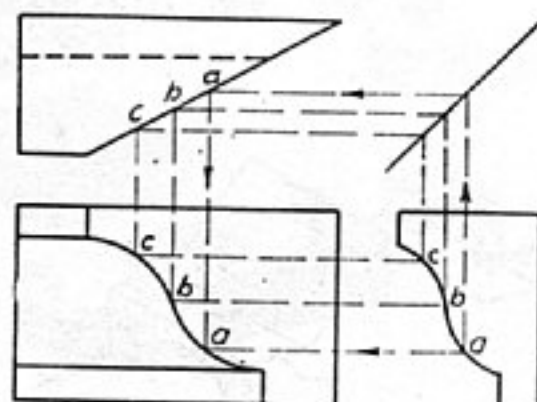


Fig. 7-9 Proyecciones de caras curvas.

Fig. 7-10 Proyecciones de caras curvas.



mas. En B los dos centros están sobre una recta paralela al plano frontal. Las dos superficies cilíndricas se encuentran en una recta vertical que aparecerá en la vista frontal. En C el centro 1 está más lejos del plano frontal que el centro 2, y no aparece ninguna recta separadora en la proyección frontal.

7.9 Proyección de los perfiles de las superficies curvas. Se obtienen proyectando series de puntos. En la figura 7-10, la vista frontal de la superficie curva se encuentra tomando un cierto número de puntos en la vista lateral, tales como *a*, *b*, *c* y trasladándolos a la vista en planta: esto se realiza, como se ve en la figura, por medio de una

recta auxiliar a 45°. Después, desde ambas vistas se proyectan a la vista frontal y los puntos de intersección de las correspondientes líneas de proyección son puntos de proyección frontal por los que se hará pasar la curva correspondiente. También en la figura 7-11 se ha dibujado la vista frontal proyectando los puntos correspondientes de las otras dos vistas.

Las esquinas aparecen con frecuencia redondeadas. Estos redondeamientos pueden corresponder a vértices interiores (fig. 7-12, A, B y C) o a vértices exteriores (fig. 7-12, D).

7.10 Significado de las líneas. Una línea puede representar la vista de can-

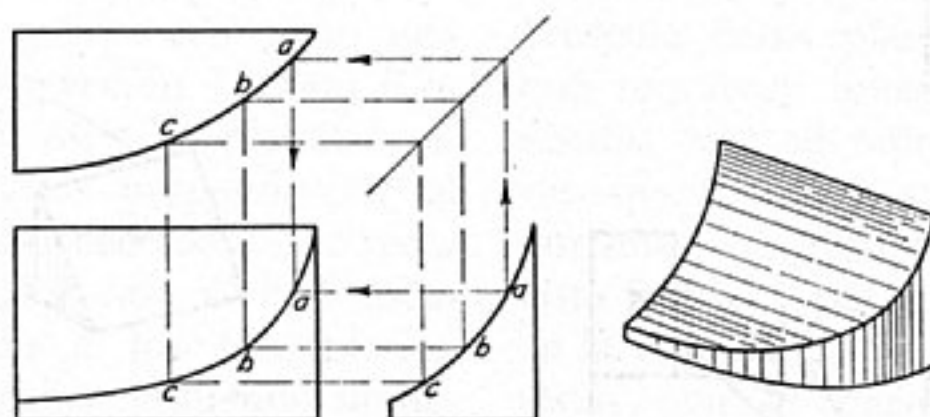


Fig. 7-11 Proyecciones de caras curvas.

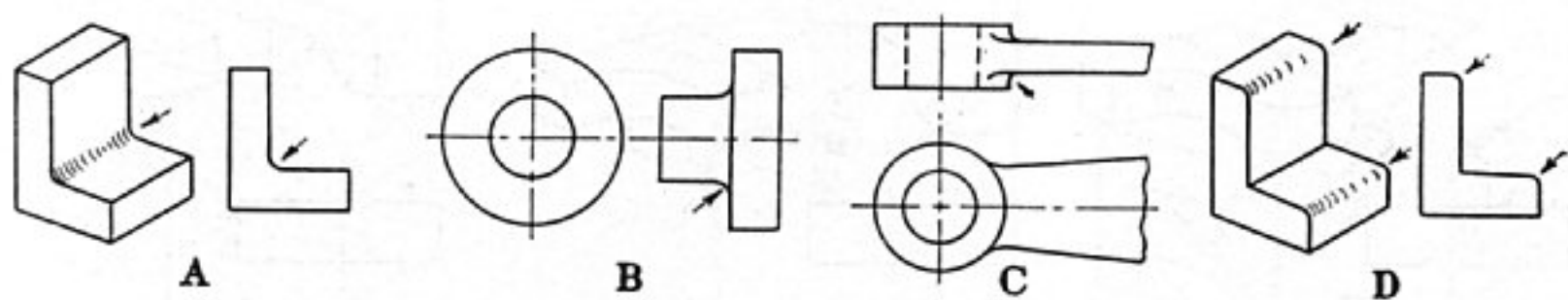


Fig. 7-12 Redondeamientos de las esquinas.

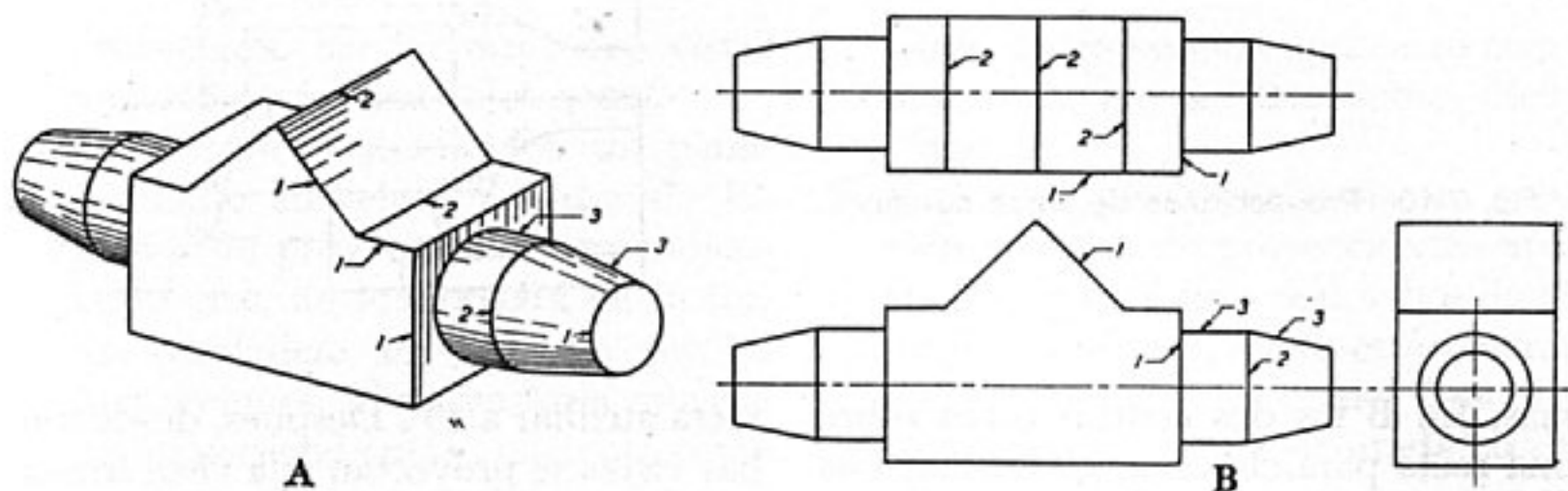


Fig. 7-13 Significado de las líneas.

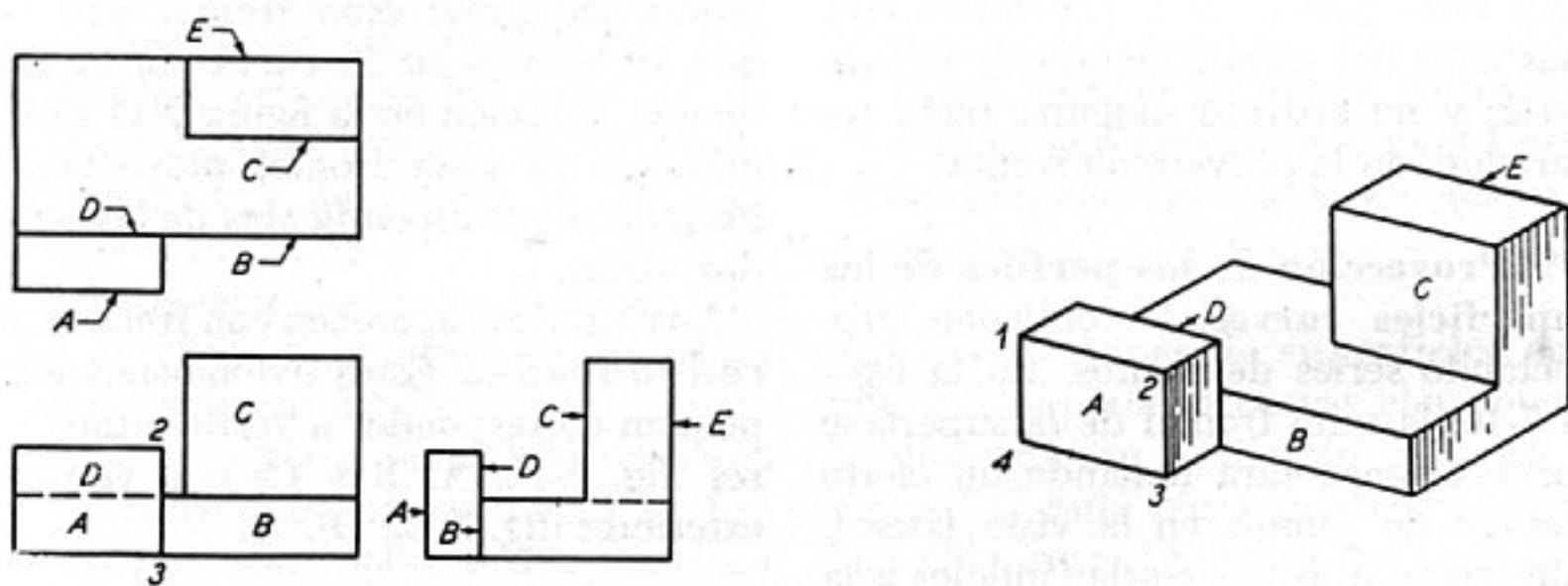


Fig. 7-14 Lectura de las vistas.

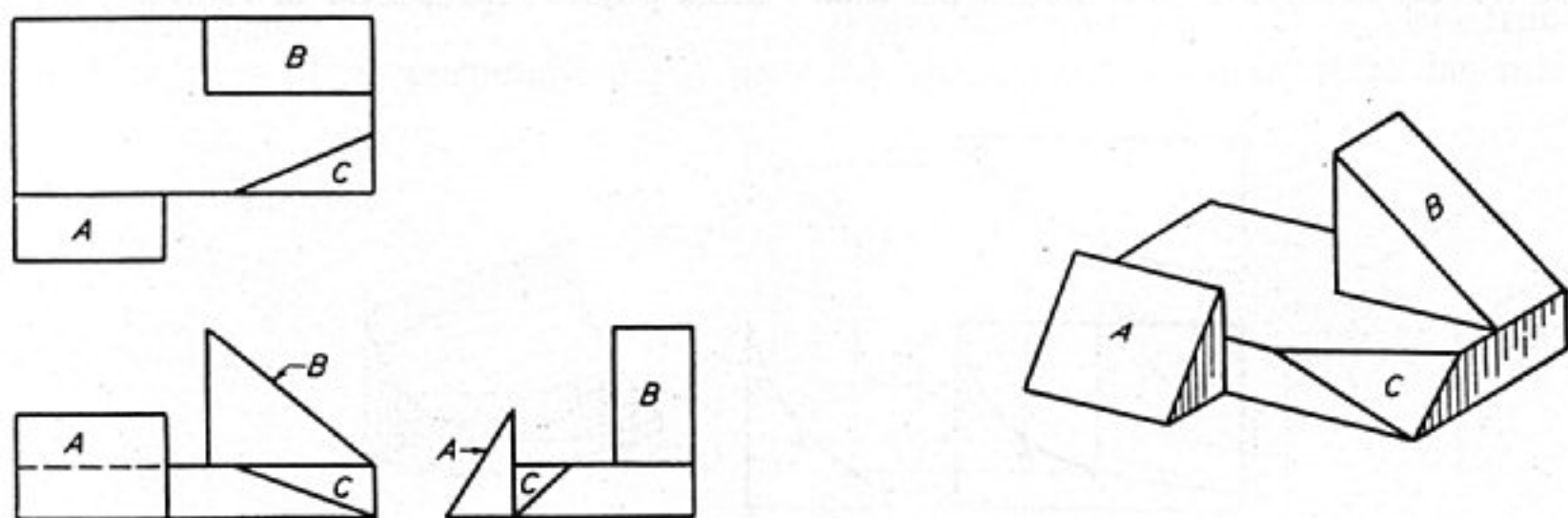


Fig. 7-15 Lectura de las vistas.

to de una superficie, la intersección de dos superficies, o el perfil exterior de una superficie.

En la figura 7-13 las líneas 1 representan superficies vistas de canto. Las líneas 2 corresponden a intersecciones de superficies. Las líneas 3 representan contornos. Estudiar en otras representaciones el significado de cada línea.

7.11 Superficies paralelas a los planos de proyección. En la figura 7-14 todas las caras de la pieza son paralelas a alguno de los planos de proyección. Cuando se mira la pieza de frente aparecen tres caras vistas y dos caras ocultas. La cara A viene definida por las cuatro líneas: 1—2, 2—3, 3—4 y 4—1. Se ve que la cara A es la más próxima al observador y aparece en su verdadera magnitud en la vista frontal. La cara B está detrás de la A, y la C detrás de las dos anteriores, como se ve por las rectas que las representan en las vistas en planta y lateral. También se han marcado las dos caras ocultas D y E. En la vista en planta aparecen tres caras visibles y una oculta. En la vista lateral, dos visibles y dos ocultas.

7.12 Caras inclinadas respecto a los planos de proyección. En la figura 7-15 se ven las caras inclinadas. La cara A, que es la más próxima al plano frontal, está inclinada respecto a este plano y al horizontal. Es perpendicular al plano lateral y aparece como una recta en dicha proyección. La cara B es inclinada en relación a los planos horizontal y lateral. Es perpendicular al plano frontal y aparece como una recta en dicho plano. La cara C está inclinada en relación a los tres planos. Cada cara se localiza poniendo números a los extremos de las rectas que la definen.

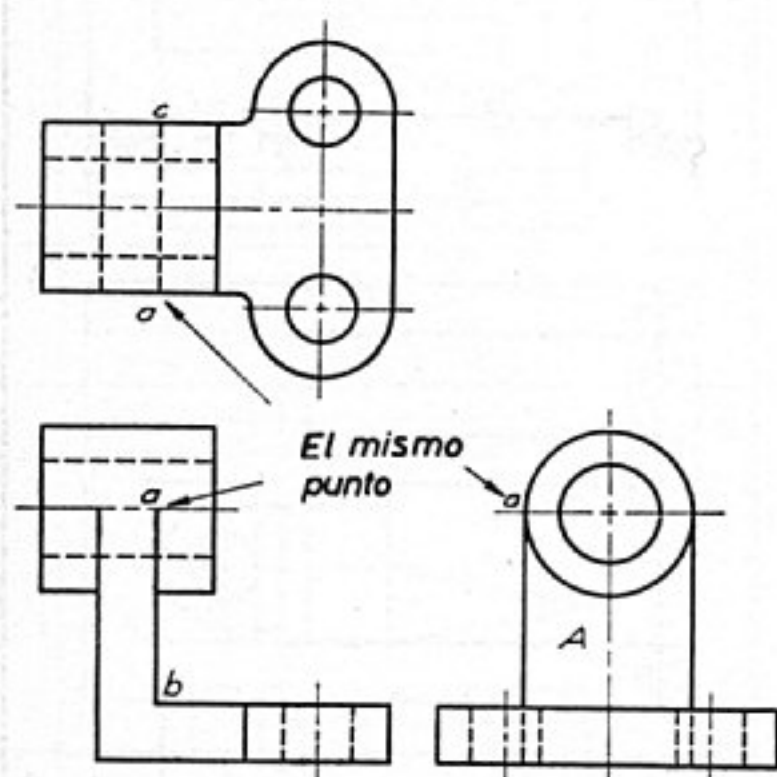


Fig. 7-16 Lectura de las vistas.

7.13 Un ejemplo para estudio. El soporte para cojinete mostrado en la figura 7-16 está formado por cilindros, semicilindros y prismas rectangulares. Presenta caras planas y caras curvas que requieren líneas visibles y líneas ocultas para su representación. Obsérvese que la cara A aparece representada por una recta de trazo lleno, *ab*, en la vista frontal y por una recta oculta, *ac*, en la vista en planta. Comparar las tres vistas con la perspectiva: obsérvese cómo aparecen en las vistas las diferentes caras. Estúdiese la razón de por qué

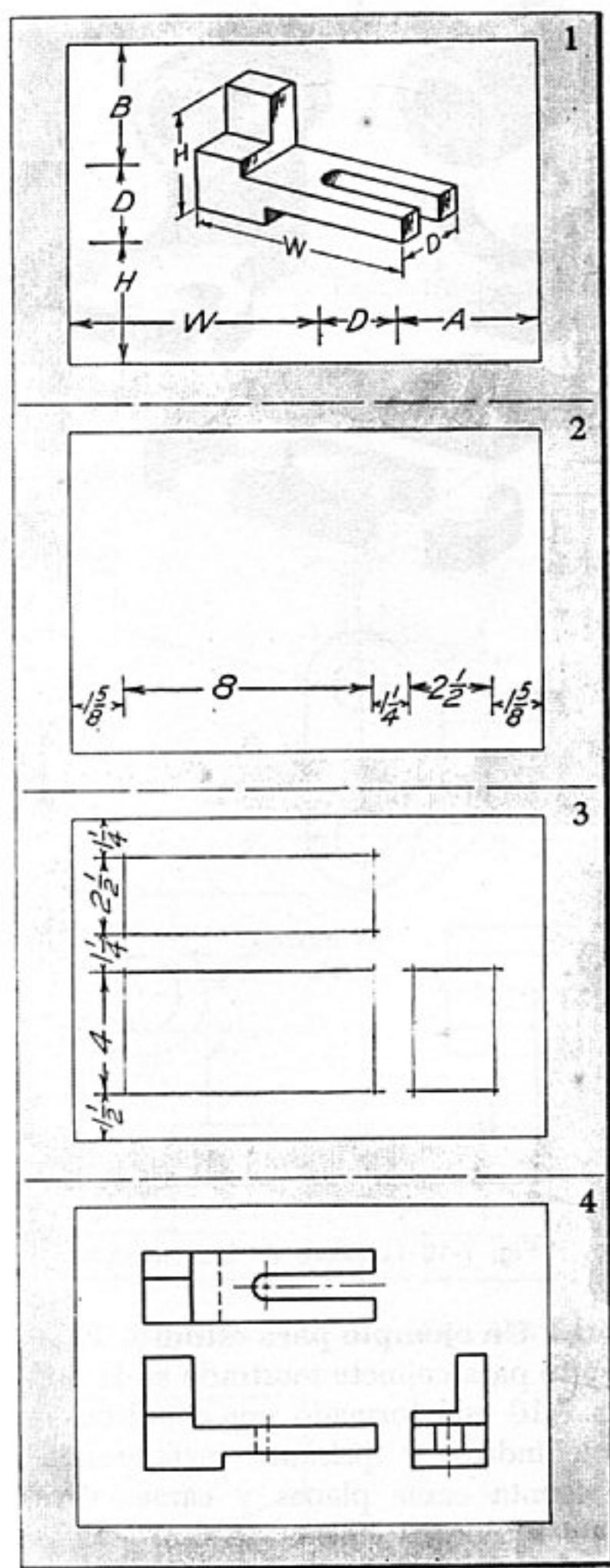


Fig. 7-17 Emplazamiento de las vistas.

las diferentes líneas aparecen vistas u ocultas, así como la necesidad de las tres vistas para tener una descripción completa del soporte. Las vistas mostradas son las en planta por arriba,

frontal y lateral derecha. Trátese de ver cómo aparecerían las vistas por abajo, por atrás y por la izquierda ¿Cuáles líneas serían visibles y cuáles ocultas? En una pieza de fundición (véanse párrafos 13.12 y 13.13) el dibujo para el taller deberá mostrar los redondeamientos de los vértices en b y entre el cilindro y el soporte vertical (véase fig. 7-12). En la figura 7-16 se han suprimido éstos para simplificar las vistas, para poder ser estudiadas más fácilmente, y para mostrar que el punto a de la vista frontal se determina por el punto de tangencia de la vista lateral.

7.14 Colocación de las vistas. El tamaño de la hoja ha de escogerse de forma que quepan las vistas lo suficientemente grandes para dar una clara descripción del objeto. El tamaño recomendado para la mayoría de los ejercicios de este libro es de $11'' \times 17''$ con espacio neto de $10\frac{1}{2}'' \times 15''$. La figura 7-17 se ha dibujado para papel de dicho formato. El objeto mostrado en la casilla 1 tiene unas dimensiones totales de $W = 8''$, $H = 4''$ y $D = 2\frac{1}{2}''$. Una forma de situar correctamente las vistas es la siguiente: se toma la anchura ($W = 8''$) y la profundidad ($D = 2\frac{1}{2}''$) a partir del borde izquierdo, tal como muestra la casilla 1. La longitud restante, A , medirá $4\frac{1}{2}''$. Se dividirá en tres partes para tener la separación entre vistas y los márgenes laterales. Si se toma una separación entre vistas de $1\frac{1}{4}''$, quedarán dos márgenes de $1\frac{5}{8}''$, como se ve en la casilla 2.

Después se toma la altura ($H = 4''$) y la profundidad ($D = 2\frac{1}{2}''$) a partir del borde inferior como se indica en la casilla 1. Queda un resto B de $4''$. Si entre vistas se deja un espacio de $1\frac{1}{4}''$, quedarán $2\frac{3}{4}''$ que se reparten en $1\frac{1}{2}''$ para el margen inferior y $1\frac{1}{4}''$ para el margen superior.

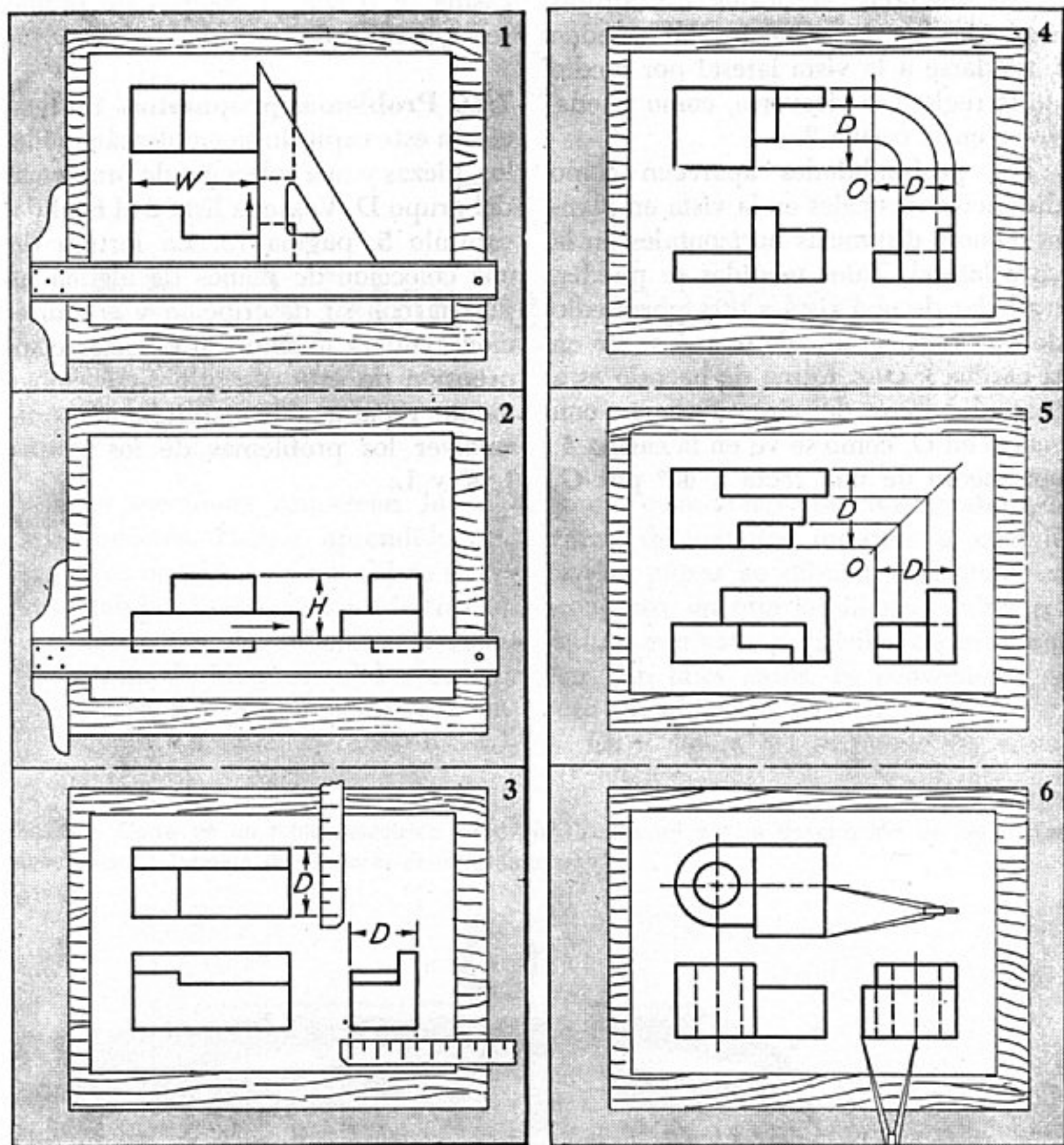


Fig. 7-18 Traslado de medidas.

Generalmente el margen inferior se hace mayor al superior porque así el dibujo tiene una mejor apariencia. La separación entre vistas y la anchura de los márgenes dependen de las dimensiones de las mismas y del tamaño de las hojas de dibujo.

A medida que se adquiere experiencia se sitúan con facilidad las vistas sin necesidad de tantas operaciones.

7-15 Traslado de medidas. Una vez situadas las líneas de emplazamiento de las vistas, las medidas horizontales de anchuras marcadas en la vista frontal pueden trasladarse a la vista en planta subiéndolas con la escuadra (fig. 7-18, casilla 1).

De la misma manera pueden también bajarse desde la vista en planta hasta la vista frontal.

Las medidas verticales de alturas marcadas en la vista frontal pueden trasladarse a la vista lateral por medio de la regla T o viceversa, como puede verse en la casilla 2.

Las profundidades aparecen como distancias verticales en la vista en planta o como distancias horizontales en la vista lateral. Tales medidas se pueden trasladar de una vista a otra por medio de una regla graduada, como se ve en la casilla 3. Otra forma de hacerlo es a base de arcos de circunferencia con centro en O, como se ve en la casilla 4; por medio de una recta a 45° por O,

casilla 5; o con el compás de puntas secas, casilla 6.

7.16 Problemas propuestos. En relación a este capítulo se emplearán modelos, piezas y una selección de problemas del grupo D. Véase la lista 2 al final del capítulo 5, página 73. La lectura de una colección de planos de alguna industria con su descripción y croquización ayudará mucho a una mejor comprensión de este capítulo. Será conveniente repasar este capítulo antes de resolver los problemas de los grupos J, K y L.

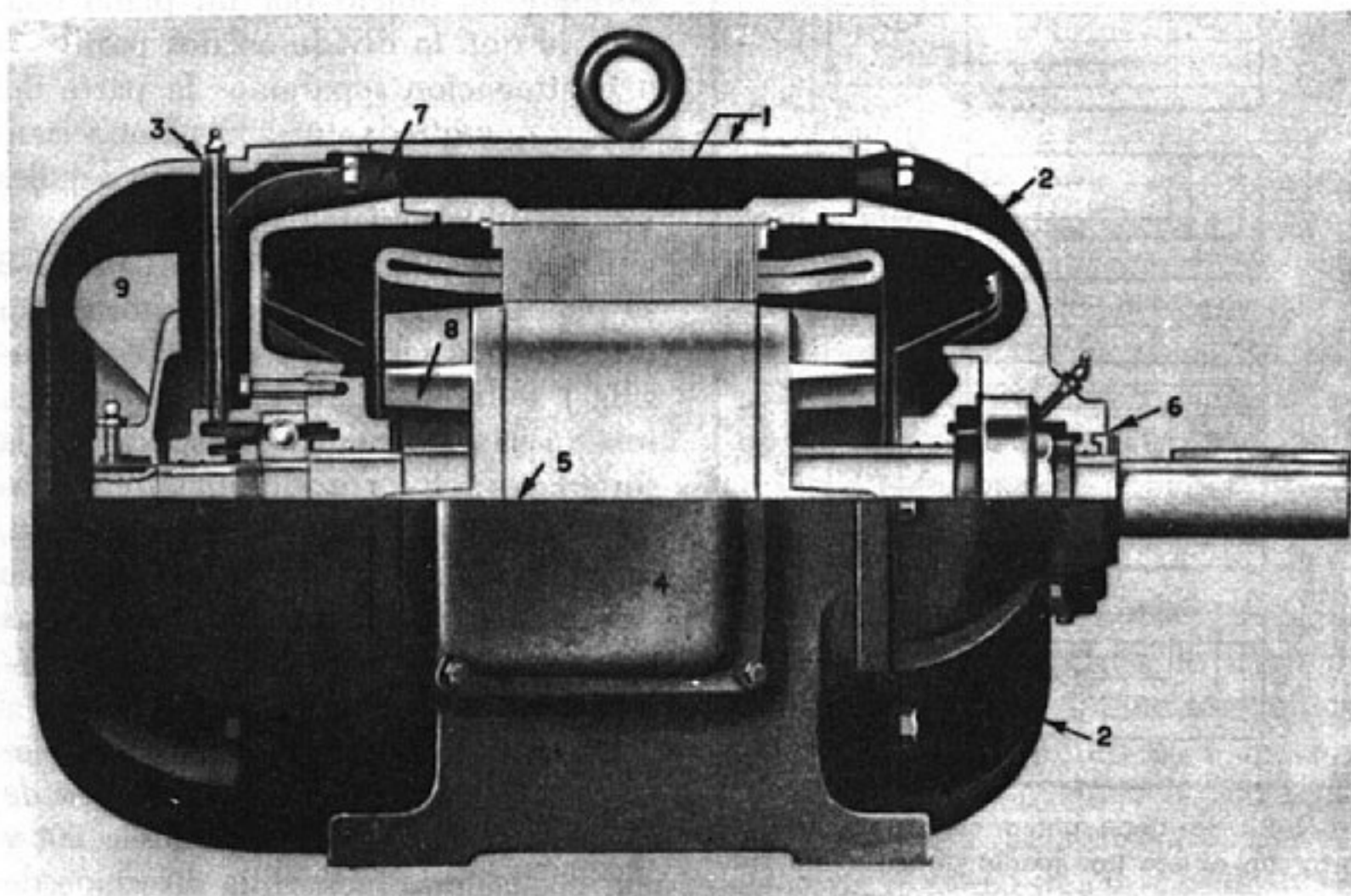
8 Vistas en sección

8.1 Las secciones muestran los detalles ocultos. Hemos aprendido que las partes no vistas de un objeto se representan por líneas ocultas (de trazos). Este sistema resulta satisfactorio cuando se trata de bloques sólidos con un interior sencillo. Sin embargo, nos encontraremos en muchos casos, especial-

mente cuando haya un considerable número de detalles internos o cuando varias piezas se dibujan formando un conjunto, en que las líneas ocultas resultan confusas y difíciles de interpretar. En tales casos, es conveniente el uso de *vistas en sección*.

En la figura 8-1 se puede ver el as-

Fig. 8-1 Corte de un motor eléctrico blindado. (Véase en 8.1 la descripción de las partes numeradas.) (Cortesía de General Electric Company.)



pecto de un motor eléctrico después de cortado por dos planos diametrales, uno

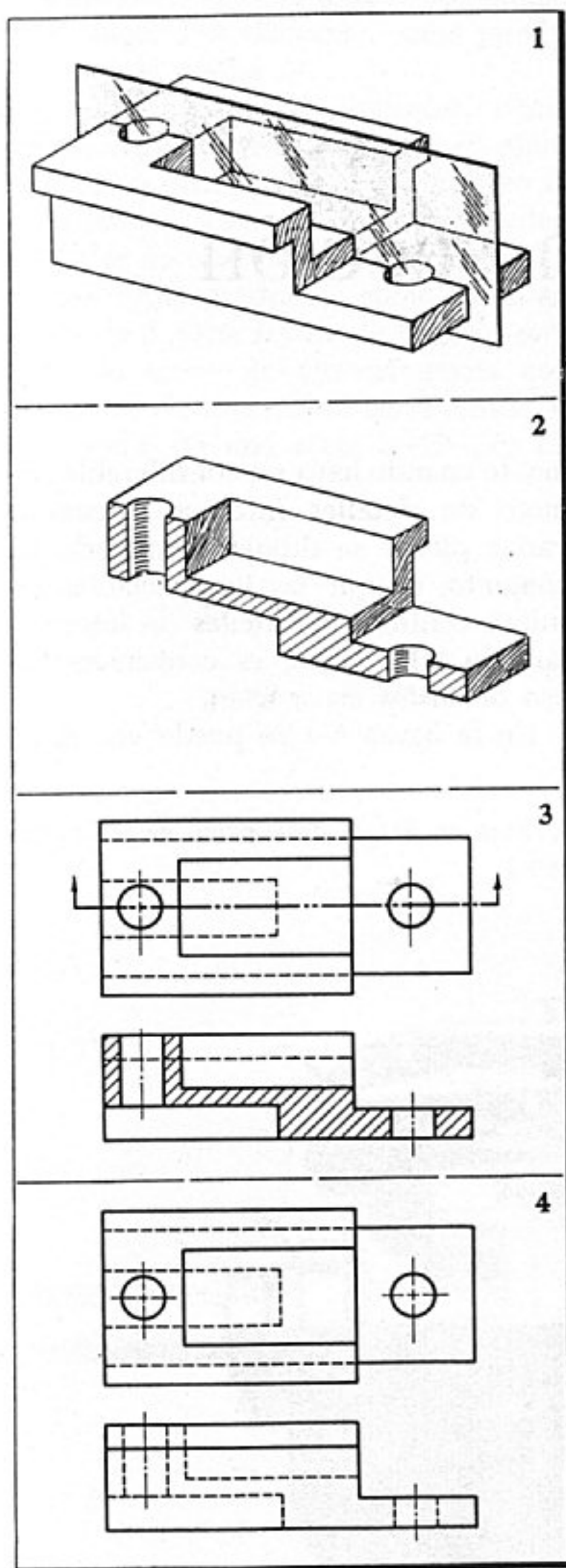


Fig. 8-2 Se tiene una vista en sección al cortar un objeto por medio de un plano imaginario.

horizontal y otro vertical, y haber separado la parte cortada. Compárese la parte inferior con la superior de la figura. Imagínese luego el aspecto que ofrecería el mismo motor dibujado normalmente con todo el lío de líneas ocultas que nos veríamos precisados a trazar, si quisiéramos representar todos sus detalles internos.

El fabricante del motor que aparece en la figura 8-1 describió como sigue los detalles que en él aparecen: (1) Carcasa de doble pared de fundición; (2) escudos laterales de fundición, emperna-dos; (3) engrasador a presión; (4) caja de bornes de fundición; (5) la salida de los conductores de la carcasa se ha hecho estanca por medio de un compues-to no dilatante; (6) una obturación la-beríntica impide la infiltración de polvo o de líquidos; (7) conductos de circula-ción del aire, fáciles de limpiar; (8) ais-lamiento que no envejece; (9) potente ventilador externo.

8.2 Las vistas en sección se obtienen cortando el objeto por un plano ima-ginario que lo divide en dos partes. Si a continuación separamos la parte del objeto que queda entre el plano secan-te y nosotros podremos ver los detalles interiores del objeto.

En las casillas 1 y 2 de la figura 8-2 se puede ver en perspectiva la manera de tener una vista en sección. En la ca-silla 1 se ha dibujado el plano de corte imaginario, y en la 2 el aspecto de la superficie del corte, después de retira-da la porción anterior de la pieza. En 3, se ve la vista en sección. La superficie de corte se raya con líneas paralelas finas, uniformemente espaciadas, incli-nadas a 45° (casilla 3).

En la vista en planta, la traza del pla-no de corte se indica con una *línea de corte* con sus extremos vueltos a 90° y con flechas que indican la dirección de

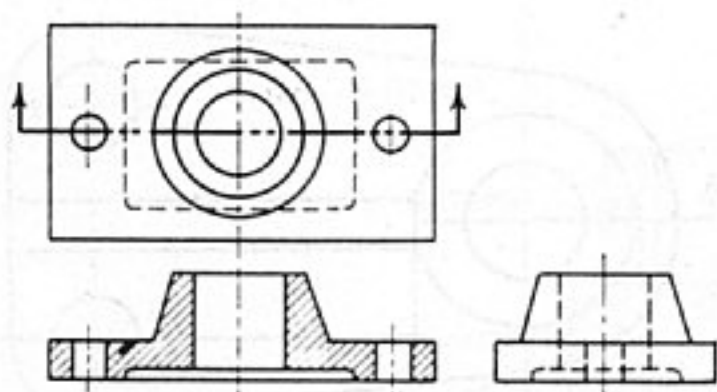


Fig. 8-3 Sección completa paralela al plano frontal.

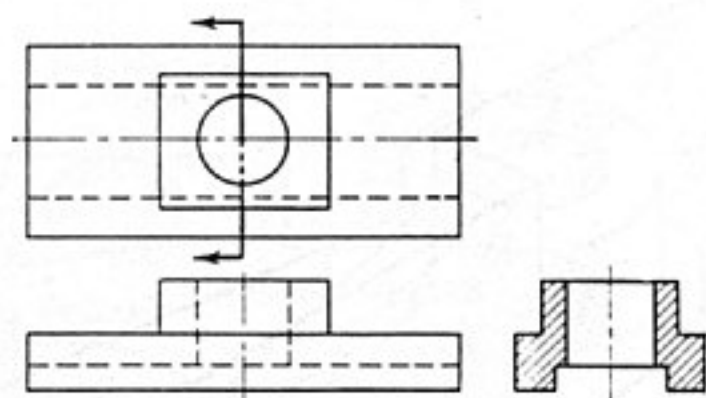


Fig. 8-4 Sección completa paralela al plano de perfil.

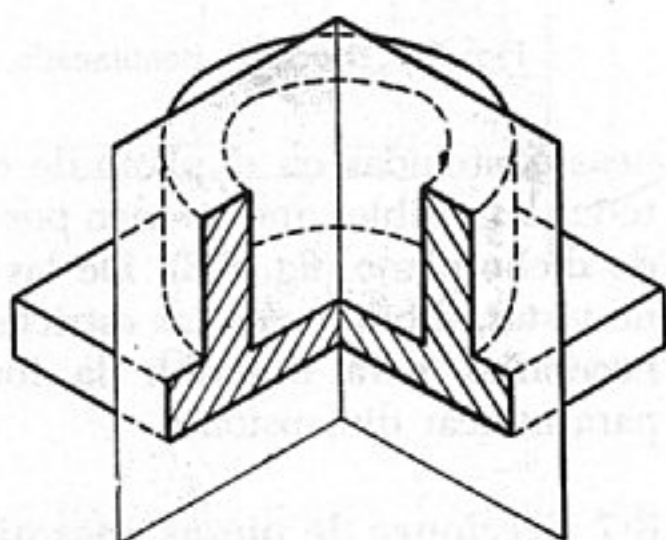
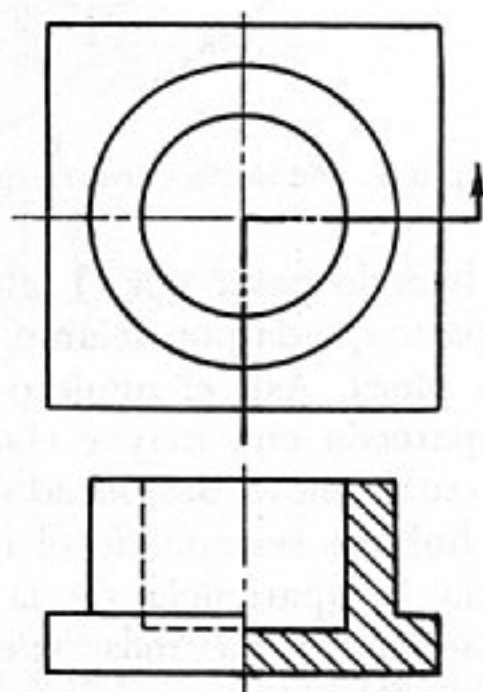


Fig. 8-5 Media sección.



observación (véase la figura 11-2). En dicha vista no se omite la parte que se supone separada. En la casilla 4, para comparación, se han presentado vistas tal como habíamos explicado en capítulos anteriores.

8-3 Una sección completa es una vista del objeto, tal como aparecería si se cortara totalmente, como en la figura 8-2, casilla 3. El plano de corte puede ser paralelo al plano frontal, como en la figura 8-3; al plano lateral como en la figura 8-4; al plano horizontal o a cualquier plano (véase figura 9-9).

8-4 Una media sección (Fig. 8-5) es la vista que se obtiene cuando se corta

sólo la mitad de la pieza. Aparece entonces media vista en sección, y la otra mitad es vista exterior. Tales vistas son muy útiles en piezas simétricas para mostrar a la vez el aspecto interior y el exterior en una sola vista. En este caso pueden omitirse las líneas ocultas, a no ser que sean necesarias para indicar las dimensiones. La figura 8-1 es una media sección en fotografía.

8-5 Secciones desplazadas. El plano de corte suele ser recto a lo largo de toda la pieza, pero también puede desplazarse en algún punto para mostrar algún detalle en particular o para ignorar alguna parte (figs. 8-6 y 8-7). En estas figuras el plano de corte se desliza

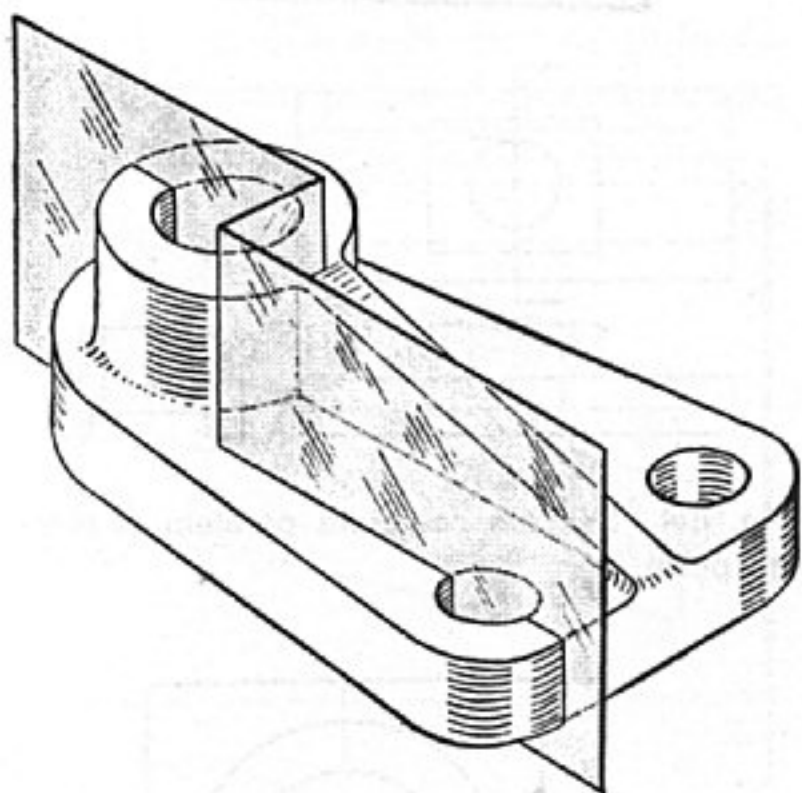


Fig. 8-6 Plano de corte desplazado.

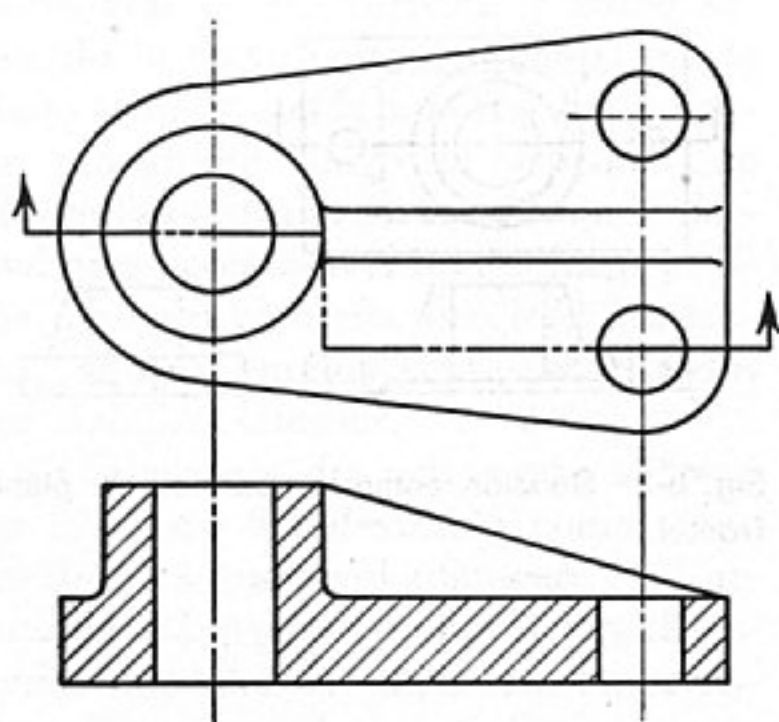


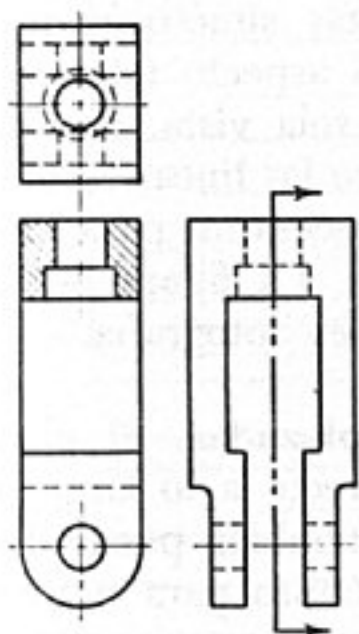
Fig. 8-7 Sección desplazada.

para hacerlo pasar por el taladro, y en esta parte queda por delante del nervio de la pieza. Así, el agujero y el nervio aparecen con mayor claridad que si no se hubiese desplazado el plano. Si se hubiese seccionado el nervio, engañaría la apariencia de la pieza ya que se mostraría más «pesada» de lo que realmente es.

8-6 Para tener una vista en sección, piénsese en cómo aparecería la pieza si se cortara en dos. Dibujar todas las lí-

neas contenidas en el plano de corte y todas las visibles que quedan *por detrás* de dicho plano (fig. 8-8). De las líneas no vistas, dibujar sólo las estrictamente necesarias para describir la forma o para indicar dimensiones.

8-7 Secciones de piezas ensambladas (Fig. 8-9). Cuando hay que mostrar juntas dos o más piezas se indican sus secciones con rayados en diferente dirección. Sin embargo, cada pieza por separado debe presentar el mismo ra-



• Fig. 8-8 Líneas llenas en una sección.

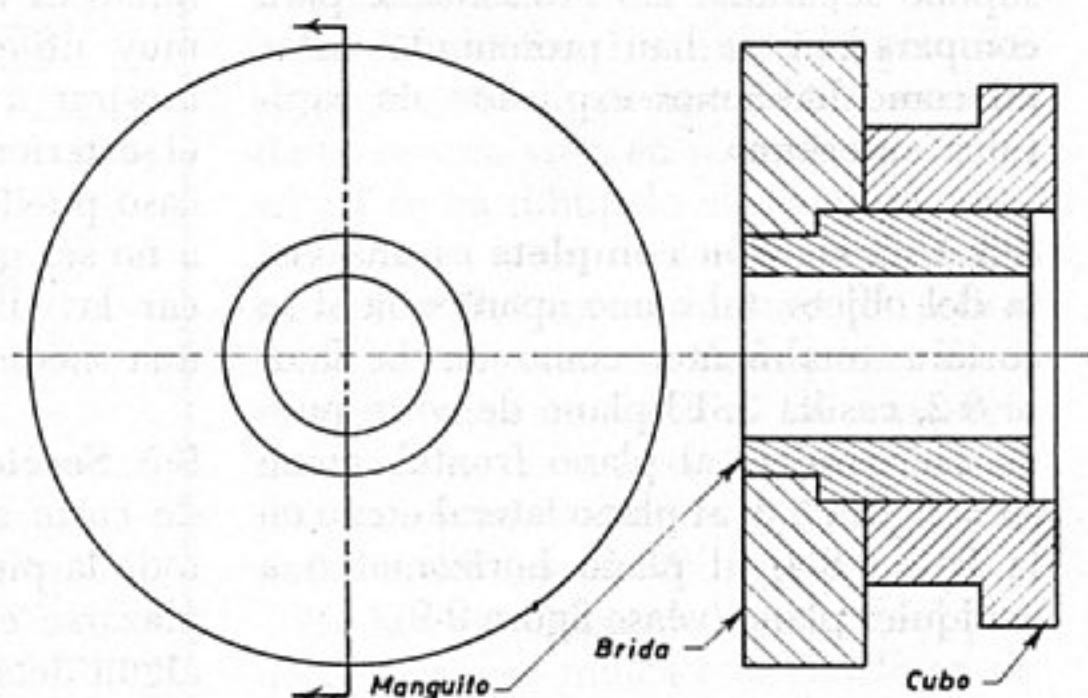


Fig. 8-9 Sección de piezas adyacentes.

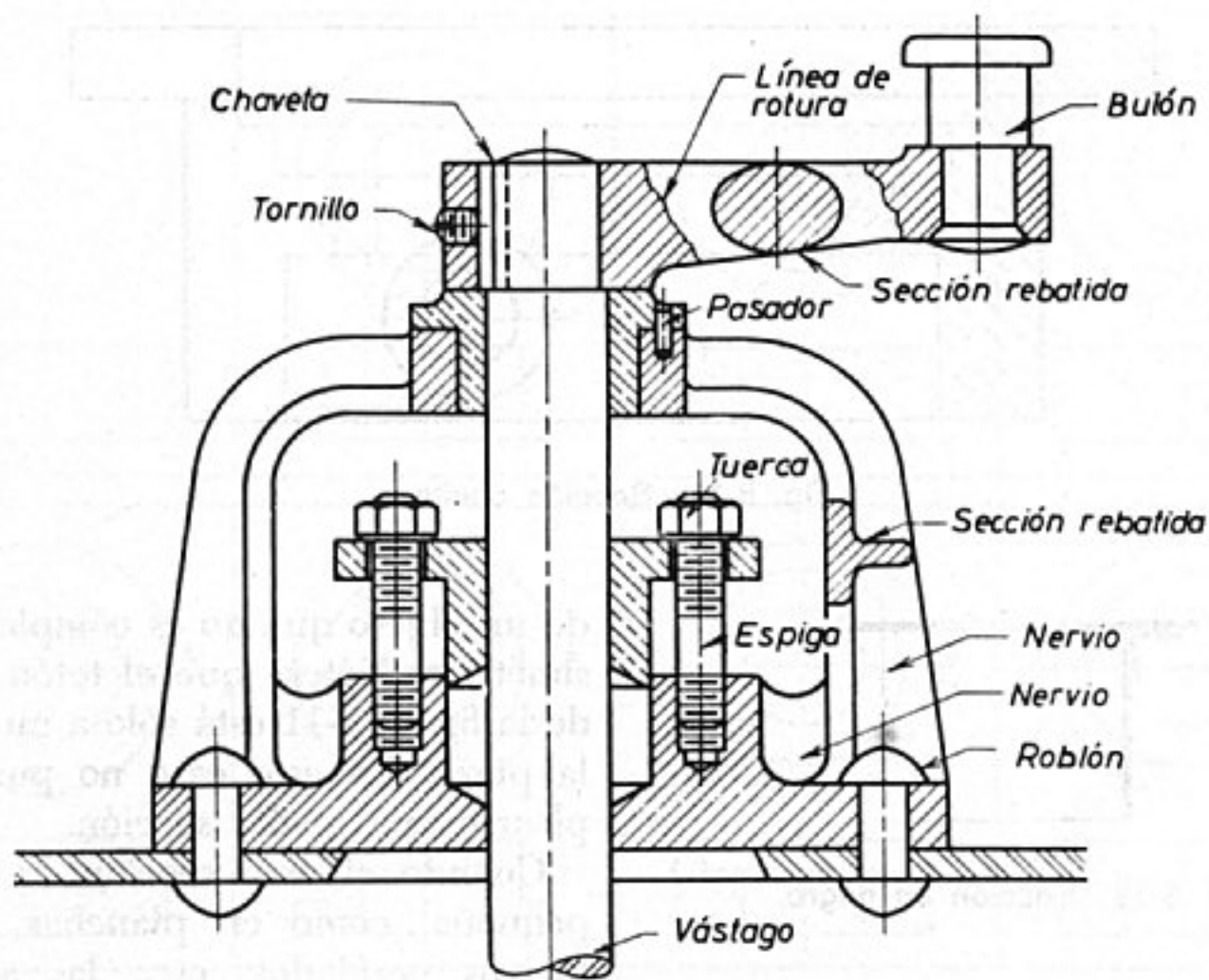


Fig. 8-10 Pernos, vástagos, etc., en las vistas en sección.

yado en todas sus partes. Cuando son varias las piezas diferentes pueden emplearse rayados a 30° o bien a 60° más espaciados o menos espaciados.

8-8 Rayado de las secciones. El rayado debe dar la sensación de un coloreado. Ello requiere un espaciado uniforme de las rayas. Generalmente puede tomarse, a ojo, un espaciado de unas $\frac{3}{32}$ ". Para áreas pequeñas tómese un espaciado menor ($\frac{1}{16}$ "). Para áreas grandes tómese un espaciado más amplio $\frac{1}{8}$ ".

Algunas veces los diferentes materiales se indican con diferente tipo de rayado. Los símbolos usados para ello se indican en la figura 11-9. Por regla general es mejor usar siempre el mismo rayado y anotar el tipo de material.

8-9 Secciones especiales. Cuando en el plano de sección aparecen vástagos,

pernos, tuercas, tornillos, chavetas, etc., no se seccionan sino que se dejan como indica la figura 8-10. La finalidad de una vista en sección es mostrar claramente los detalles interiores. Por ello, cuando una pieza no presenta detalles internos es mejor mostrarla sin cortar. Las *secciones rotas* pueden emplearse para indicar ciertas particularidades. Las *secciones rebatidas* constituyen una ayuda eficaz para mostrar la forma de un nervio o brazo según un plano perpendicular al de la vista. Obsérvese la manera de mostrar el extremo inferior del vástago para indicar que es cilíndrico. Los nervios no se seccionan porque, de hacerlo, harían parecer el mecanismo más «pesado», y porque no tienen detalles internos para hacer resaltar.

Las *secciones ocultas* (fig. 8-11) se emplean cuando se desea mostrar en una misma vista el interior y el exterior

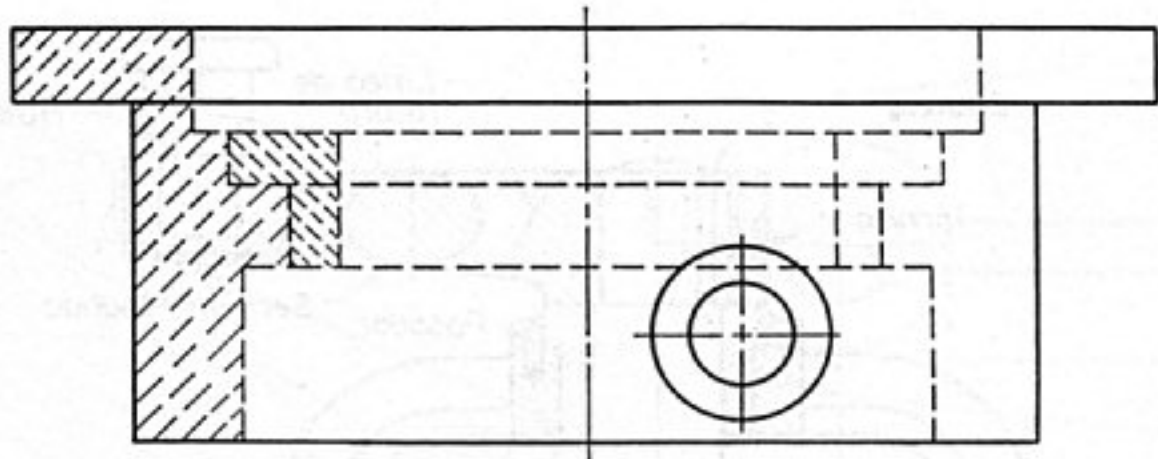


Fig. 8-11 Sección oculta.

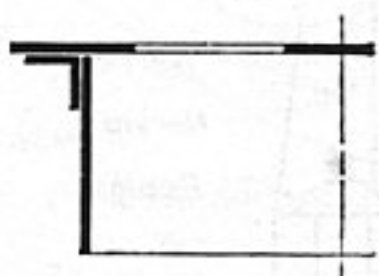


Fig. 8-12 Sección en negro.

de un objeto que no es completamente simétrico. Nótese que el tetón circular de la figura 8-11 está sólo a un lado de la pieza. En este caso no puede emplearse una media sección.

Cuando el área seccionada es muy pequeña, como en planchas, chapas, hierros perfilados, etc., las secciones

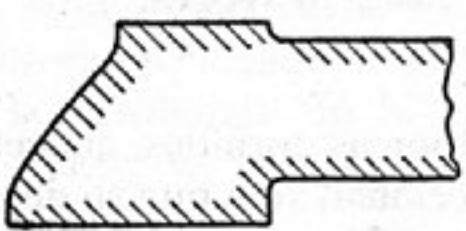


Fig. 8-13 Rayado de contorno.

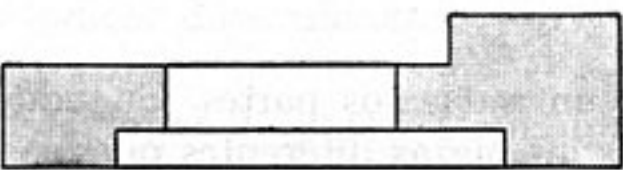


Fig. 8-14 Sombreado.

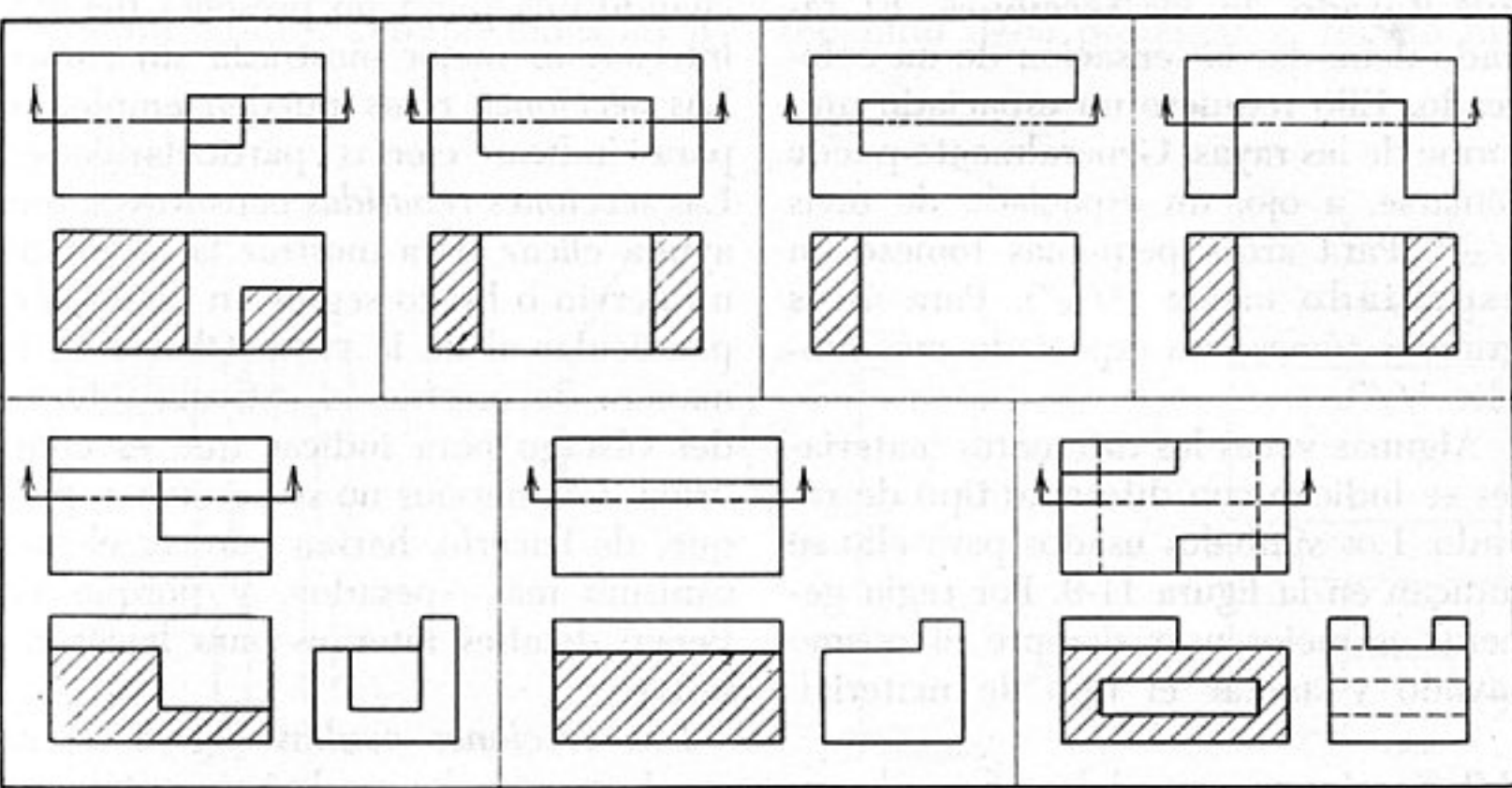


Fig. 8-15 Estudio de secciones.

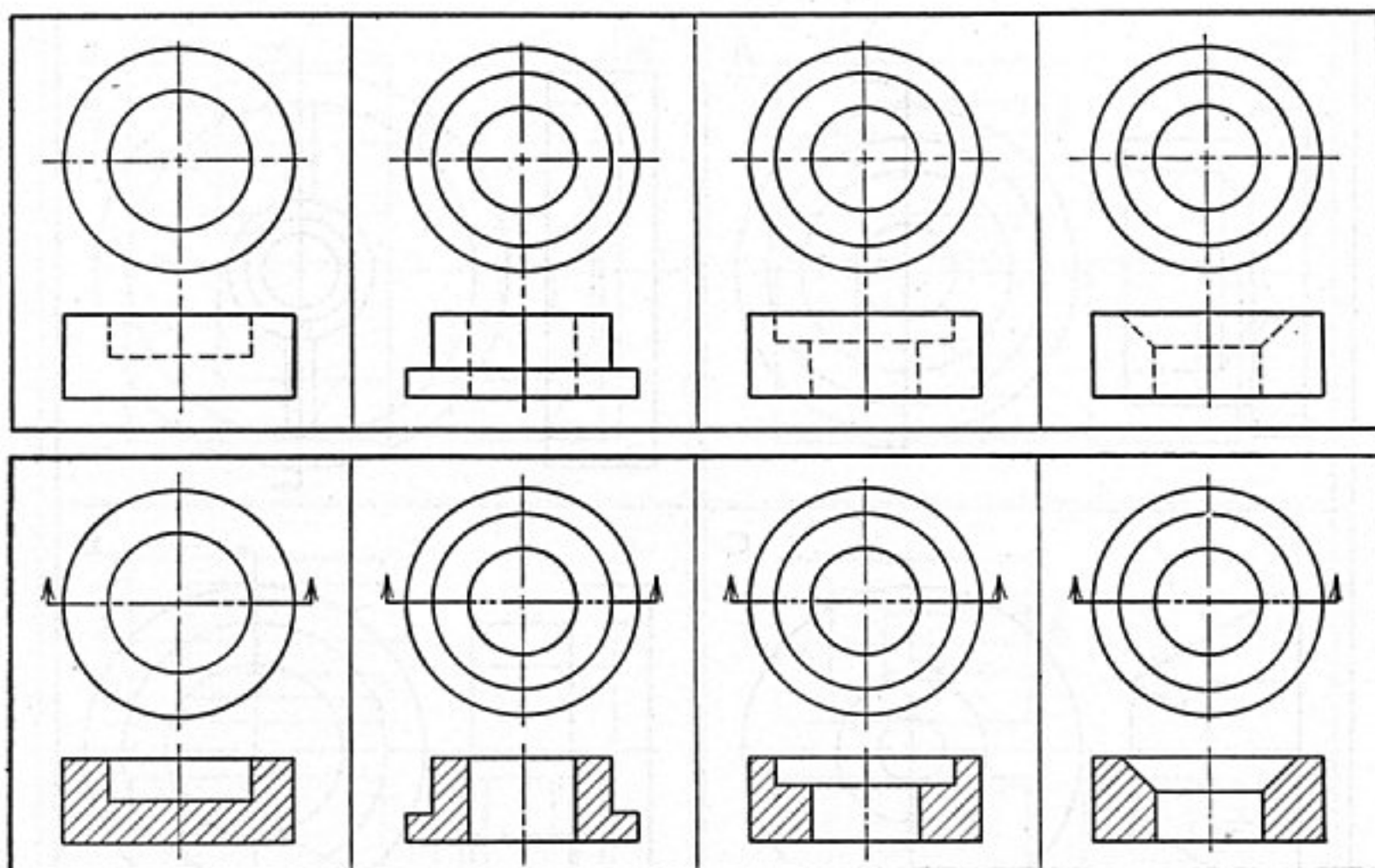


Fig. 8-16 Estudio de secciones.

pueden ennegrecerse, como en la figura 8-12. Obsérvese el blanco de separación entre las diferentes piezas.

Un sistema expeditivo de indicar una gran área seccionada consiste en rayar sólo el contorno como en la figura 8-13. Este sistema se aplica con frecuencia en los dibujos a mano alzada. Otra manera de indicar secciones es el sombreado a lápiz (fig. 8-14).

8-10 Problemas para el estudio de secciones. Examínese cada pieza de las figuras 8-15 y 8-16 hasta comprender la razón de cada vista. Después redibujar a mano alzada las piezas que aparecen en las figuras 8-17 a 8-20, cambiando una de las vistas por una sección completa según el plano de corte indicado. Las áreas que aparecen cortadas, rayarlas con espaciado uniforme y

líneas suaves inclinadas a 45° aproximadamente. Dibujar las vistas lo suficientemente grandes para que puedan ser fácilmente interpretadas, quizá unas cuatro veces el tamaño con que figuran en el libro.

8-11 Problemas propuestos. Grupo E, de la página 403. La serie 1 agrupa los problemas básicos, que en general son más elementales que los de la serie 2.

SERIE 1 Problemas E-1, E-2, E-5, E-8, E-9, E-12, E-14, E-16, E-18

SERIE 2 Problemas E-3, E-4, E-6, E-7, E-10, E-11, E-13, E-19, E-20, E-21.

Se pueden seleccionar problemas adicionales del capítulo 24.

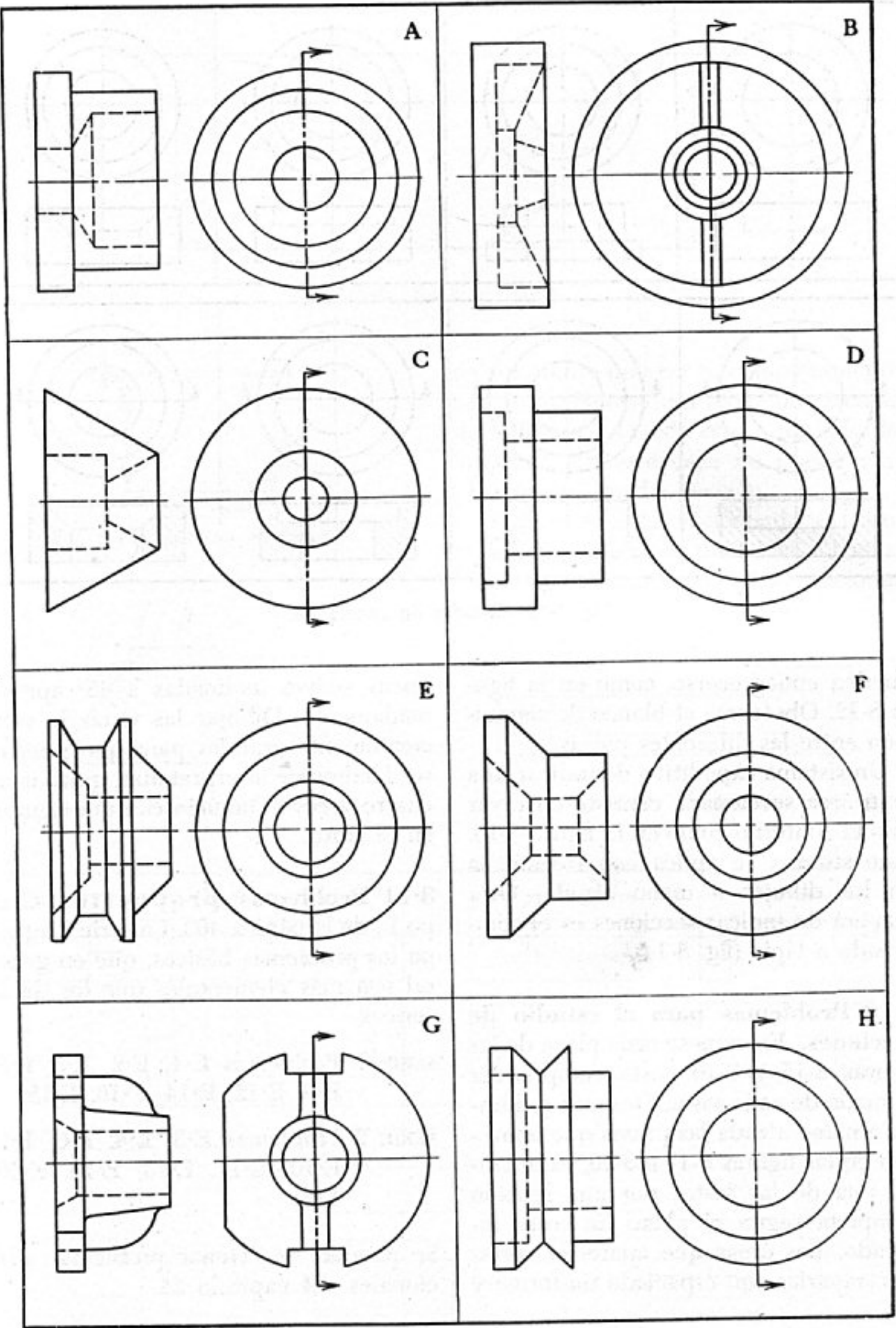


Fig. 8-17 Problemas para vistas en sección.

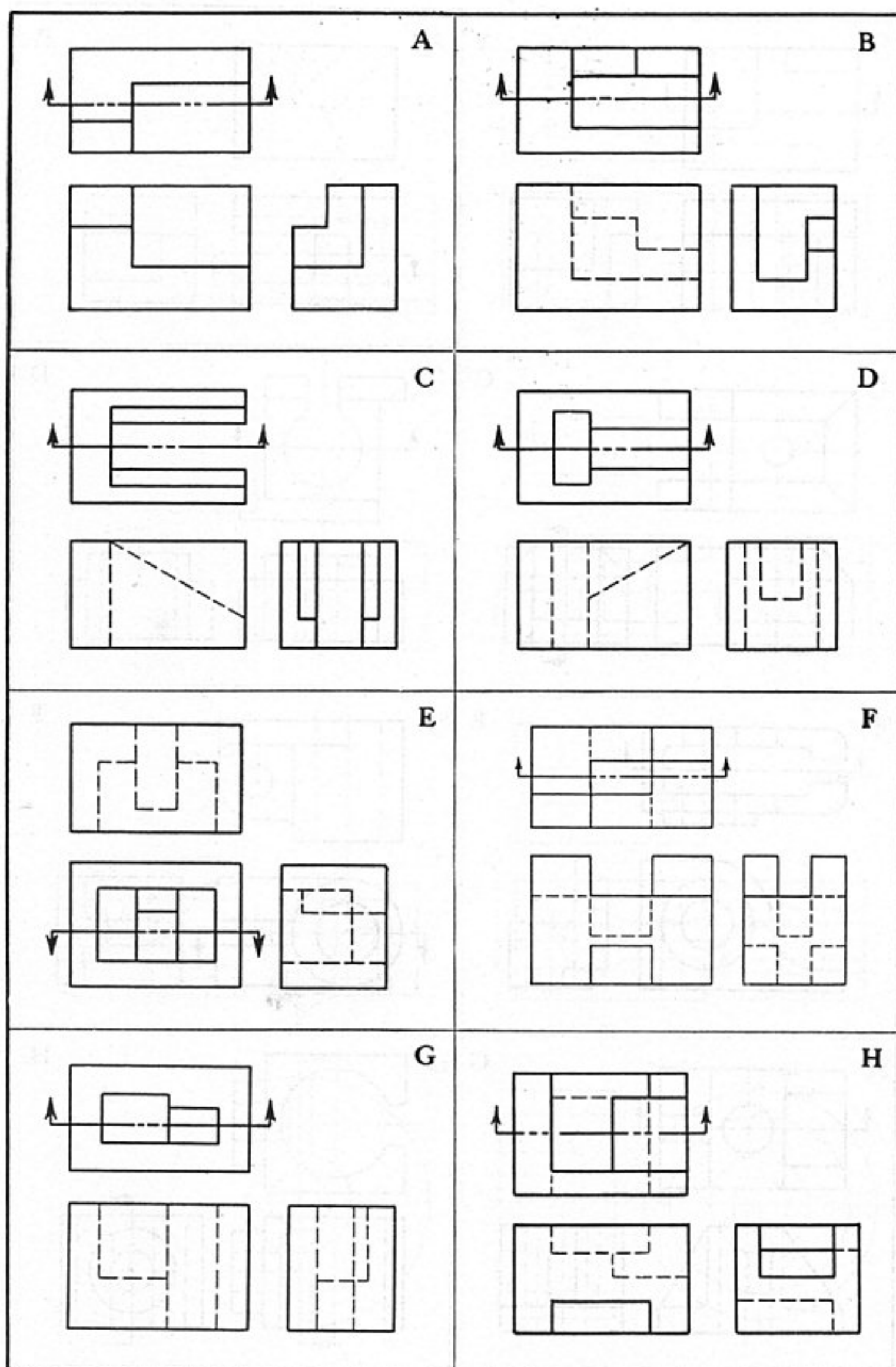


Fig. 8-18 Problemas para vistas en sección.

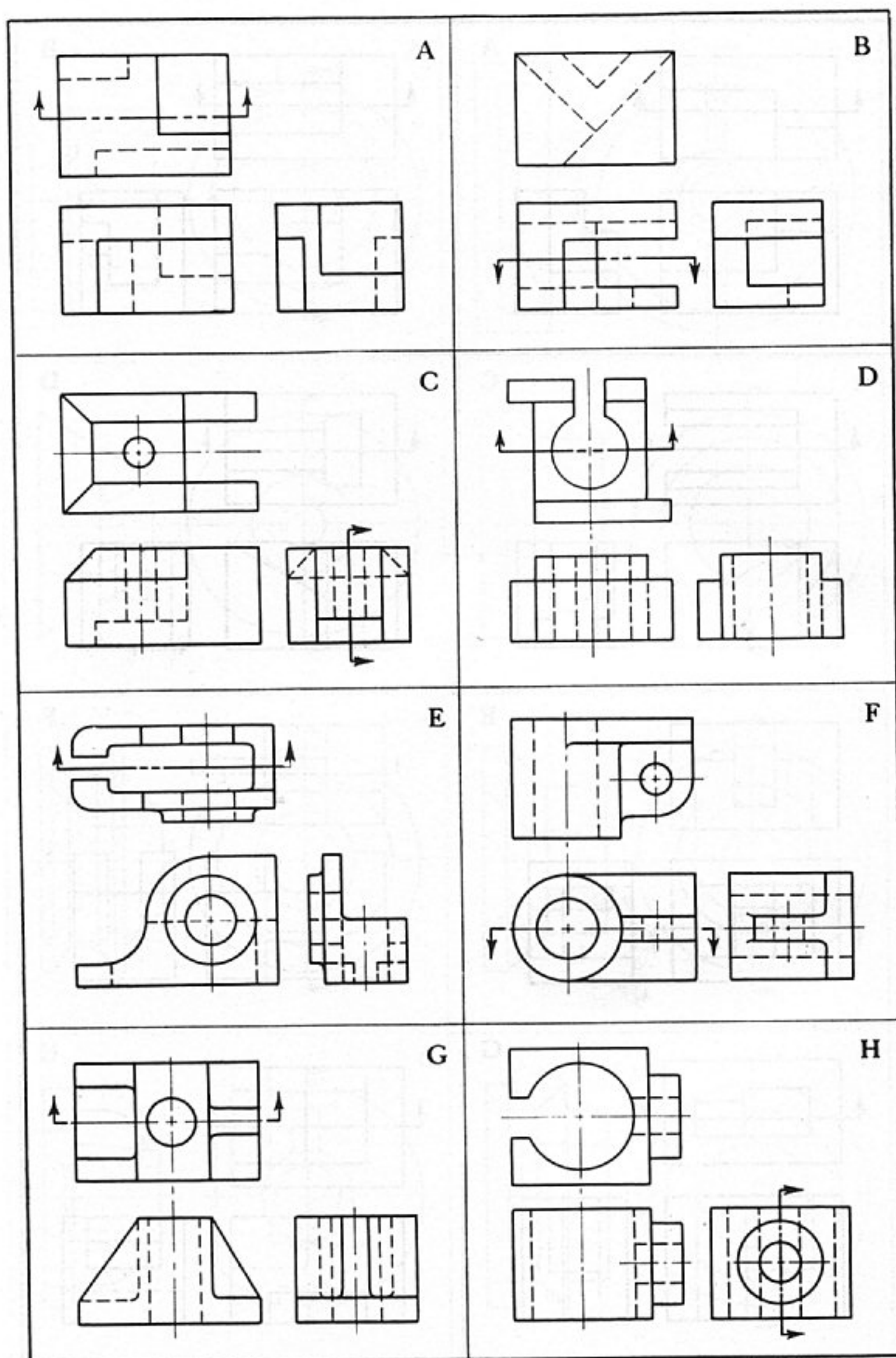


Fig. 8-19 Problemas para vistas en sección.

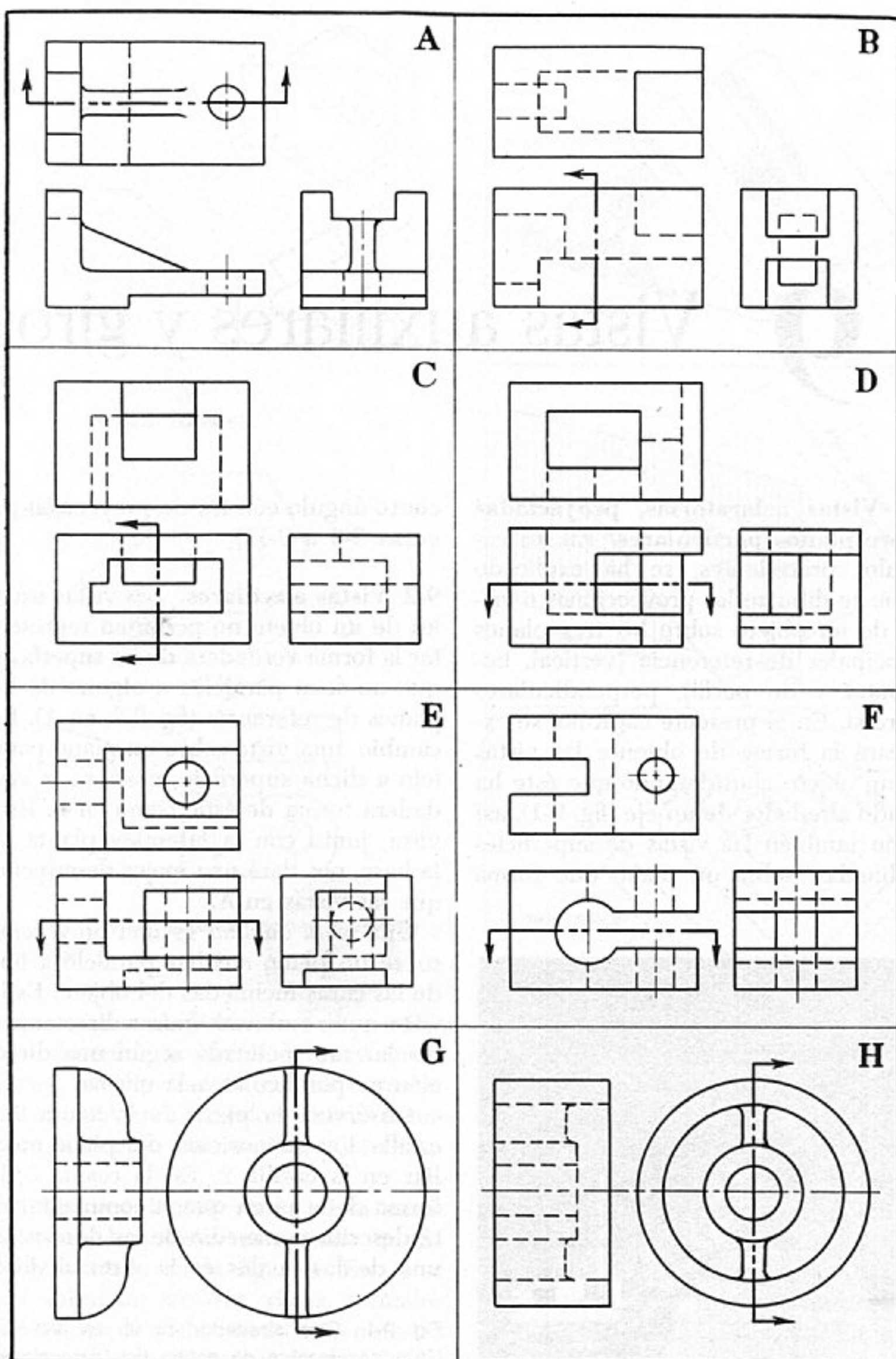


Fig. 8-20 Problemas para vistas en sección.

9 Vistas auxiliares y giros

9-1 Vistas aclaratorias, proyectadas sobre planos particulares. En los capítulos precedentes, se ha explicado cómo se dibujan las proyecciones o vistas de un objeto sobre los tres planos principales de referencia (vertical, horizontal y de perfil), perpendiculares entre sí. En el presente capítulo, se explicará la forma de obtener las vistas de un objeto considerando que éste ha girado alrededor de un eje (fig. 9-1), así como también las vistas de superficies inclinadas, sobre un plano que forma

cierto ángulo con los de proyección (figuras 9-3 a 9-11).

9-2 Vistas auxiliares. Las vistas usuales de un objeto no permiten representar la forma verdadera de las superficies que no sean paralelas a alguno de los planos de referencia (fig. 9-2, en A). En cambio, una vista sobre un plano paralelo a dicha superficie mostrará la verdadera forma de ésta, como en B. Esta vista, junto con la lateral y planta de la base, nos dará una mejor descripción que las vistas en A.

Una *vista auxiliar* es una proyección sobre un plano auxiliar paralelo a una de las caras inclinadas del objeto. Es la vista que resulta al «mirar directamente» la cara inclinada según una dirección perpendicular a la misma.

Obsérvese la pieza de la figura 9-3, casilla 1, y la posición del plano auxiliar en la casilla 2. En la casilla 3, la forma de la pieza queda completamente descrita por medio de las dos vistas, una de las cuales es la vista auxiliar.

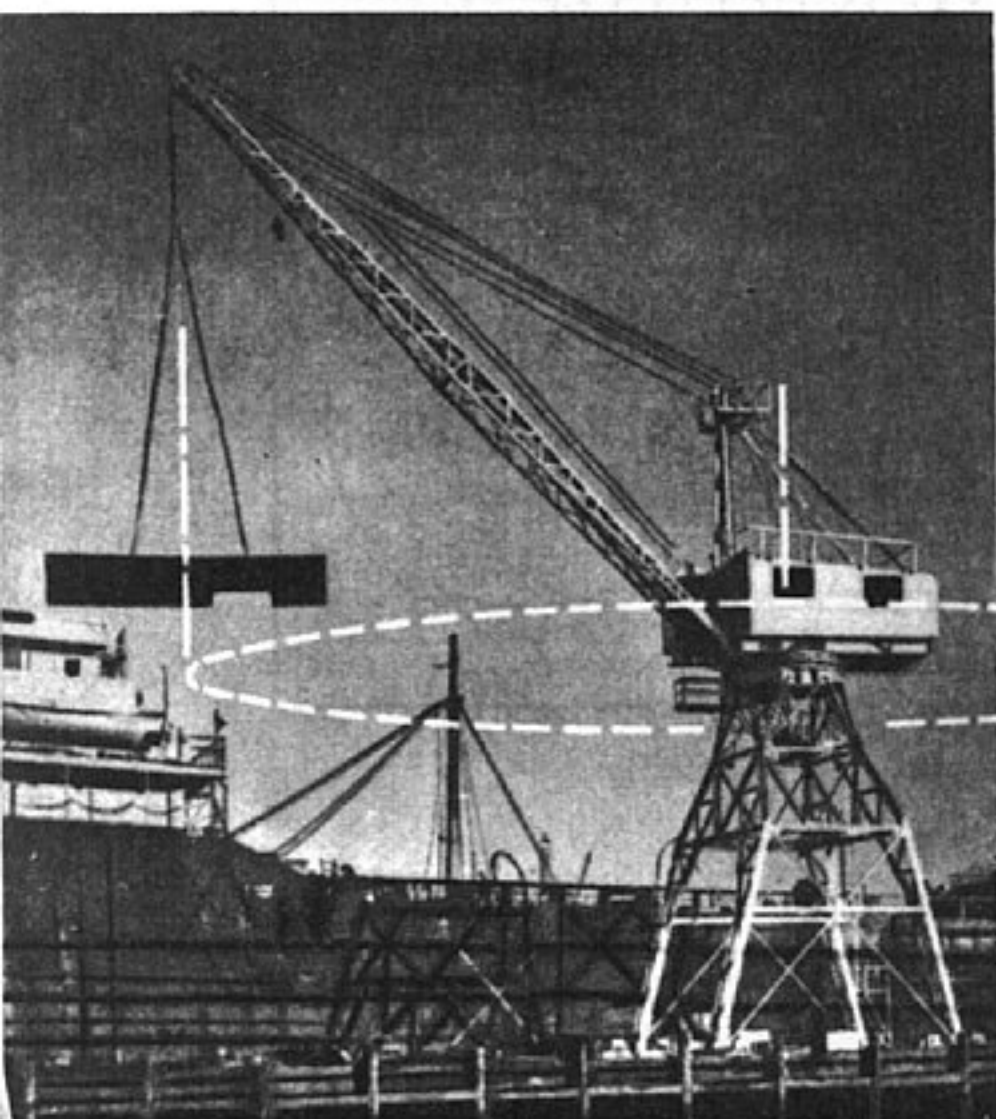


Fig. 9-1 Giro alrededor de un eje vertical. Grúa desplazable de estiba de 15 toneladas y 25 metros de vuelo. (McKiernan-Terry Corporation.)

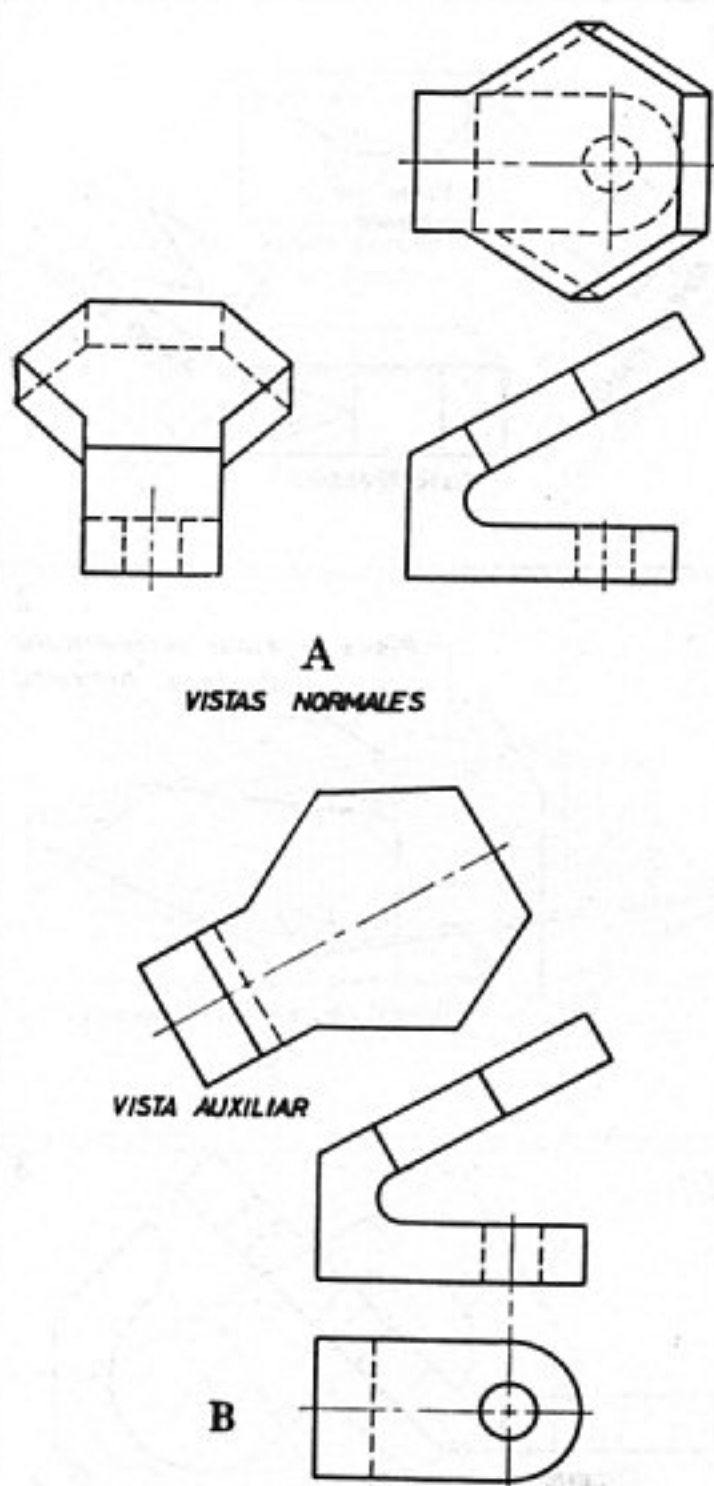


Fig. 9-2 Comparación de vistas normales y auxiliares.

Las vistas auxiliares son muy útiles para describir la forma de caras inclinadas, principalmente cuando presentan un contorno irregular. También son necesarias para dimensionar tales caras.

9.3 La correlación de la vista auxiliar con las vistas normales queda bien ilustrada en la fig. 9-4. En 1, se han dibujado las tres vistas normales del objeto; la vista lateral nos muestra el aspecto del objeto visto según la dirección de la flecha I. En esta vista, la cara A no se puede ver en su verdadera

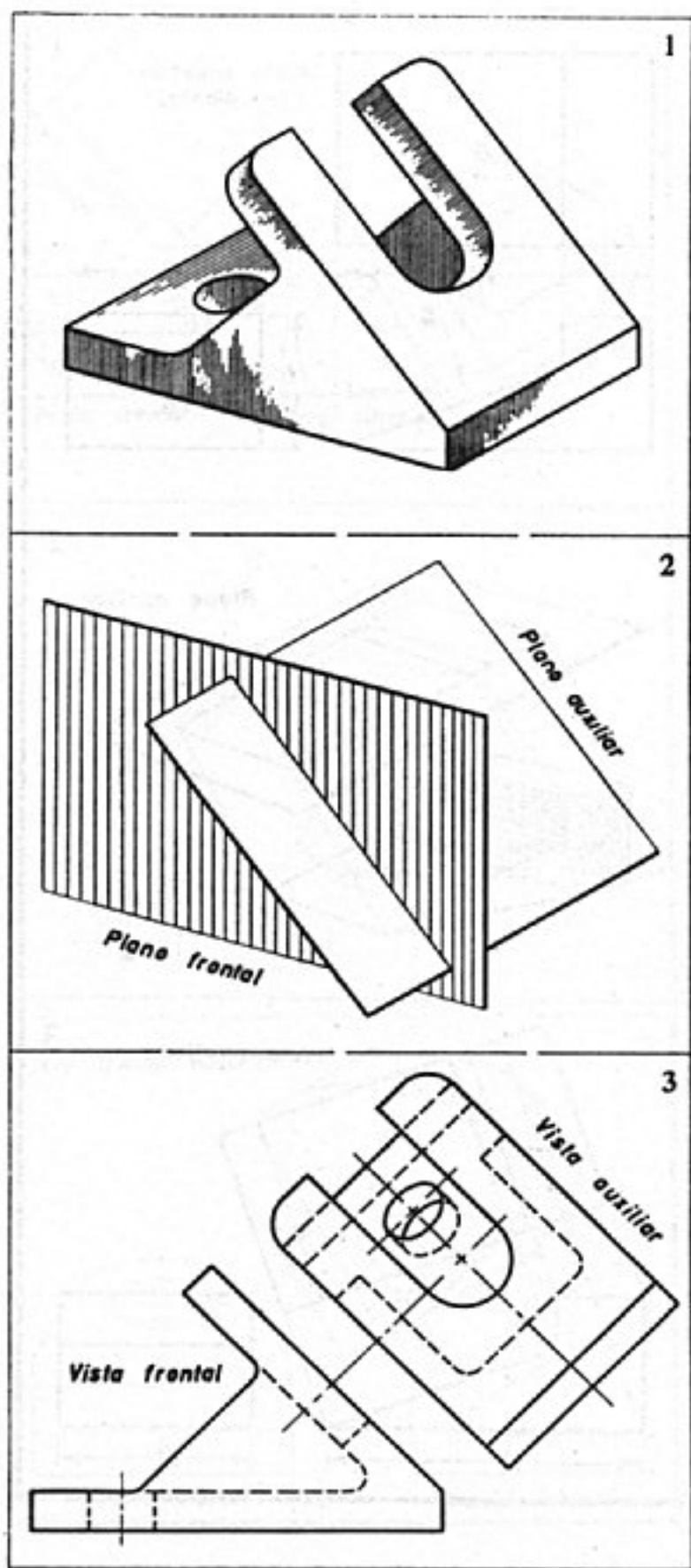


Fig. 9-3 Una vista auxiliar.

forma. Si situamos un plano auxiliar paralelo a la cara A, como se indica en la casilla 2 y miramos el objeto según la dirección de la flecha II, perpendicular a dicha cara A, obtendremos una vista auxiliar que nos mostrará la cara A en su verdadera forma. En la casilla 3, está dibujada esta vista auxiliar después de rebatir el plano que la contiene sobre el plano del papel. Así, pues,

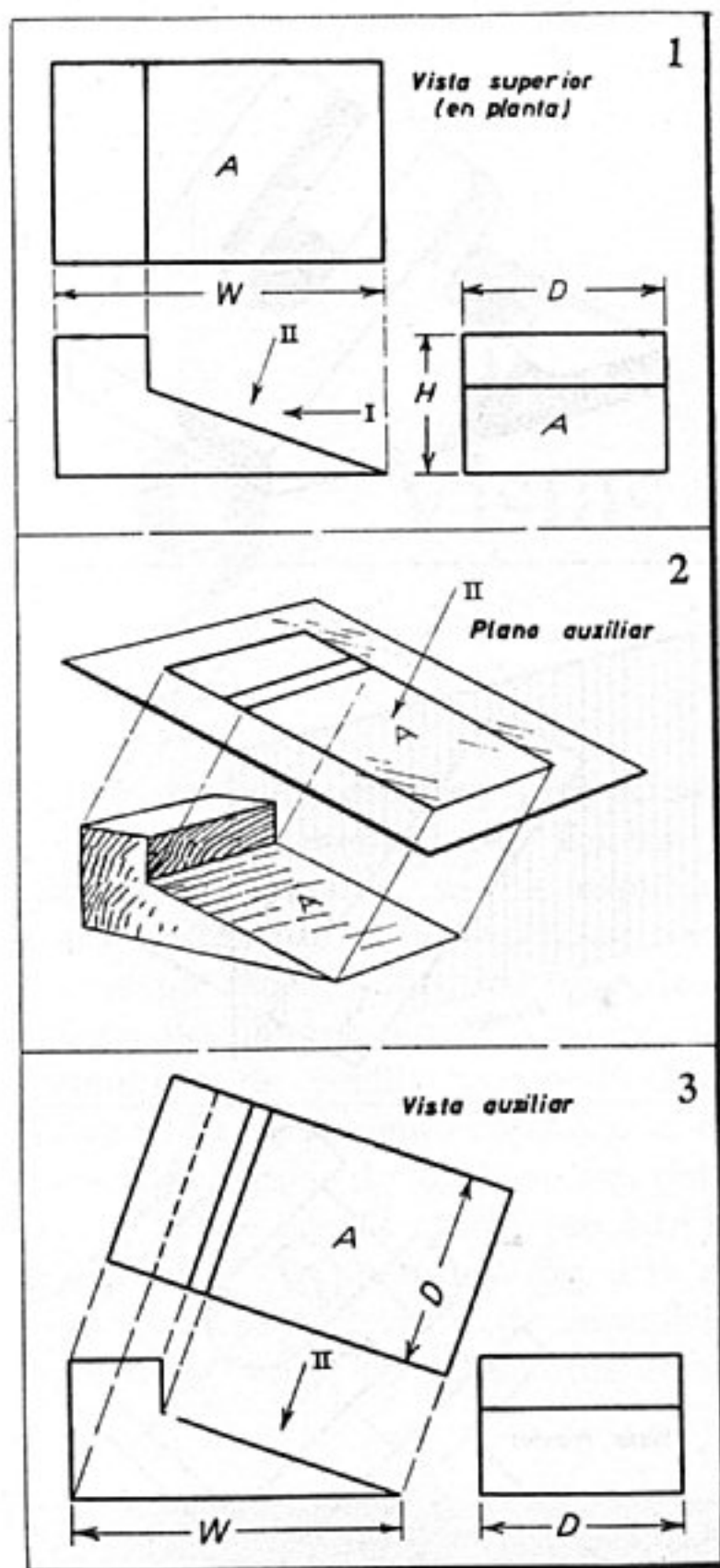


Fig. 9-4 Correlación entre vistas normales y auxiliares.

la verdadera forma y dimensión de una superficie inclinada cualquiera puede obtenerse, a partir de las vistas normales, por medio de vistas auxiliares, como se describe en § 9.2 a 9.6.

9.4 Clases de vistas auxiliares. Las vistas auxiliares pueden ser clasificadas, según la posición del plano sobre el que se han proyectado, en:

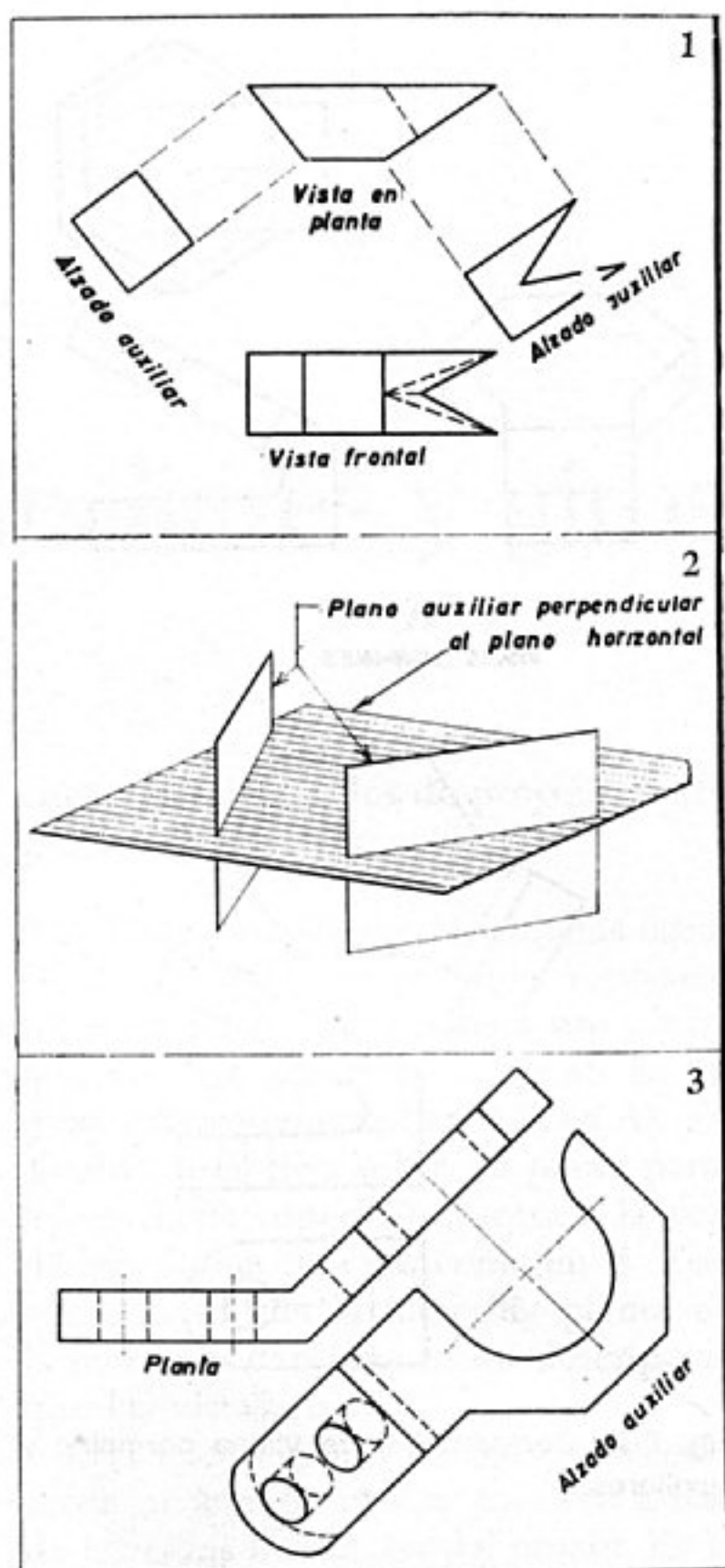


Fig. 9-5 Alzados auxiliares sobre planos perpendiculares al horizontal.

Vistas auxiliares verticales, cuando el plano auxiliar es perpendicular al horizontal, o sea, vertical (fig. 9-5). Las posiciones de los planos de proyección de las vistas auxiliares de la casilla 1 están indicadas en la 2. En la casilla 3 se ha dibujado una vista auxiliar vertical de un gancho acodado.

Vistas auxiliares a la derecha y a la izquierda, cuando el plano auxiliar es

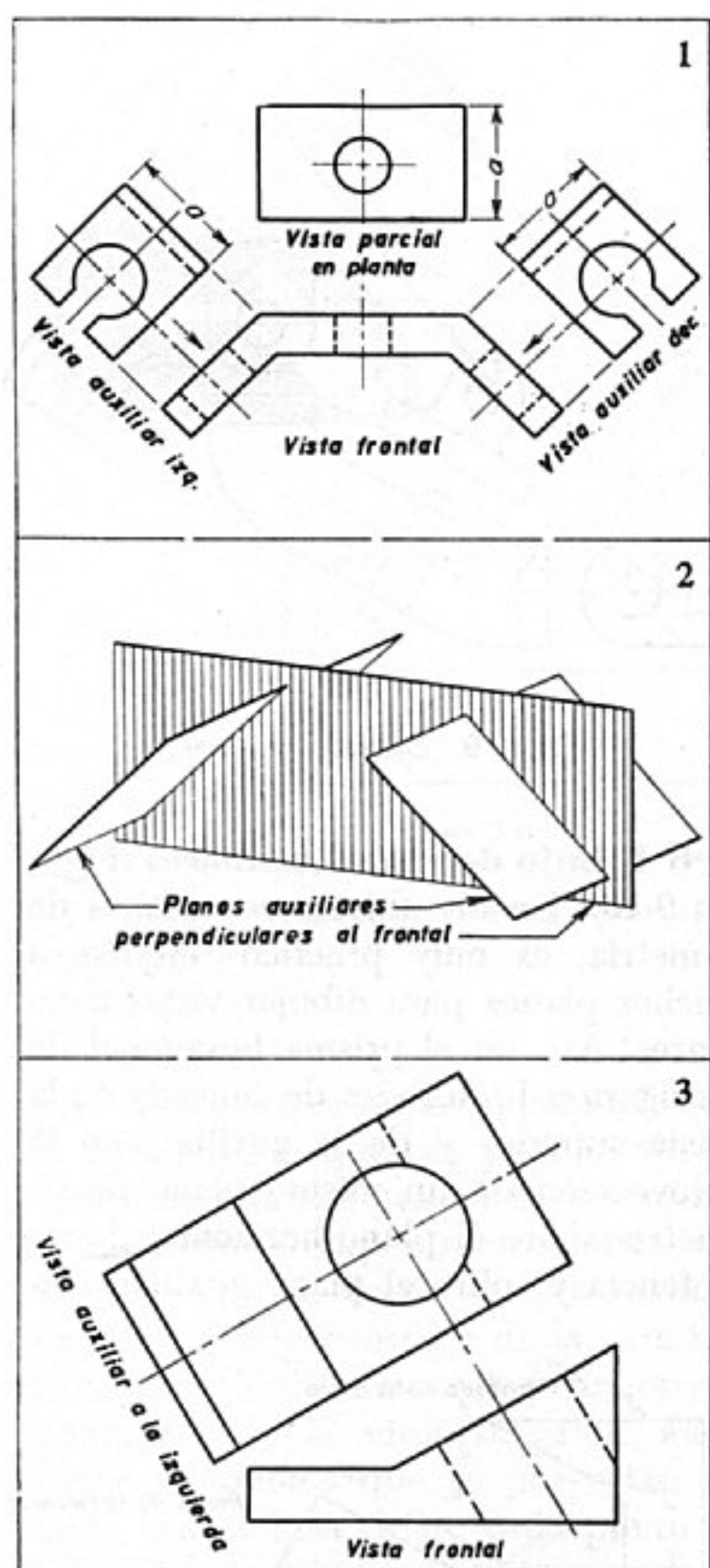


Fig. 9-6 Vistas auxiliares a izquierda y a derecha, sobre planos perpendiculares al frontal.

perpendicular al plano frontal (fig. 9-6). Las posiciones de los planos auxiliares, derecho o izquierdo, de las vistas dibujadas en 1 se indican en 2, mientras que en 3 se ha dibujado la vista auxiliar izquierda de un objeto.

Vistas auxiliares anteriores y posteriores, cuando el plano auxiliar de proyección es perpendicular al plano lateral (fig. 9-7).

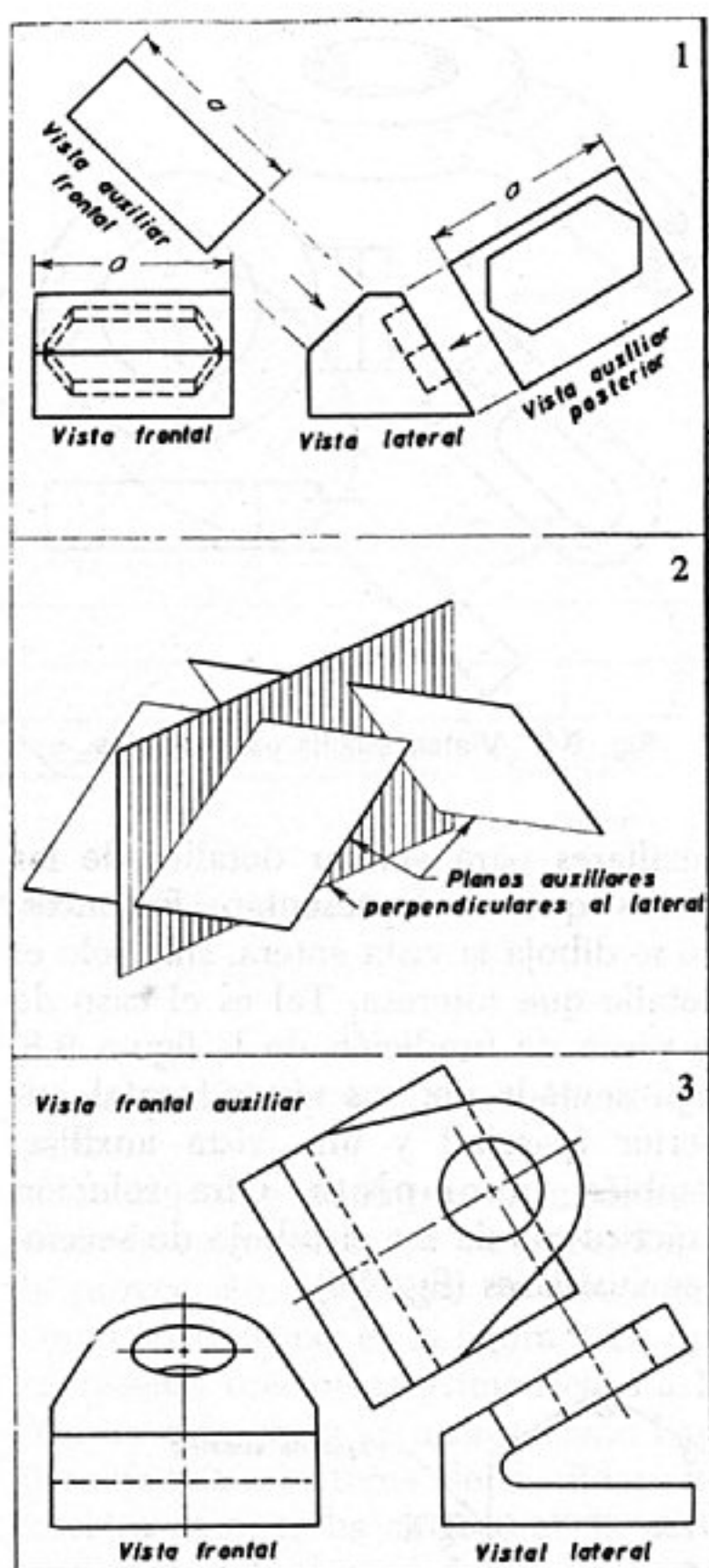


Fig. 9-7 Vistas auxiliares anterior y posterior sobre planos perpendiculares al de perfil.

Las posiciones de estos planos auxiliares, anterior (o frontal) y posterior, sobre los que se han obtenido las vistas auxiliares de la casilla 1, están indicadas en la 2. En la 3 se puede ver una vista auxiliar anterior de un soporte en ángulo.

9.5 Las vistas auxiliares en la práctica. En la práctica se utilizan las vistas

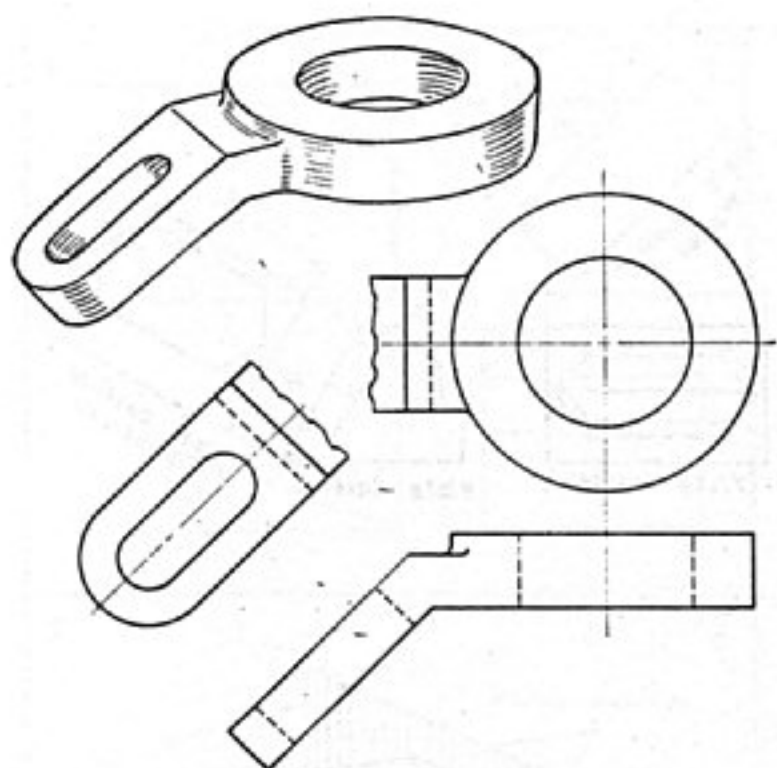


Fig. 9-8 Vistas auxiliares parciales.

auxiliares para aclarar detalles de las piezas que se representan. Entonces, no se dibuja la vista entera, sino sólo el detalle que interesa. Tal es el caso de la pieza de fundición de la figura 9-8, representada por sus vistas frontal, superior (parcial) y una vista auxiliar, también incompleta. Otra solución práctica puede ser el dibujo de secciones auxiliares (fig. 9-9).

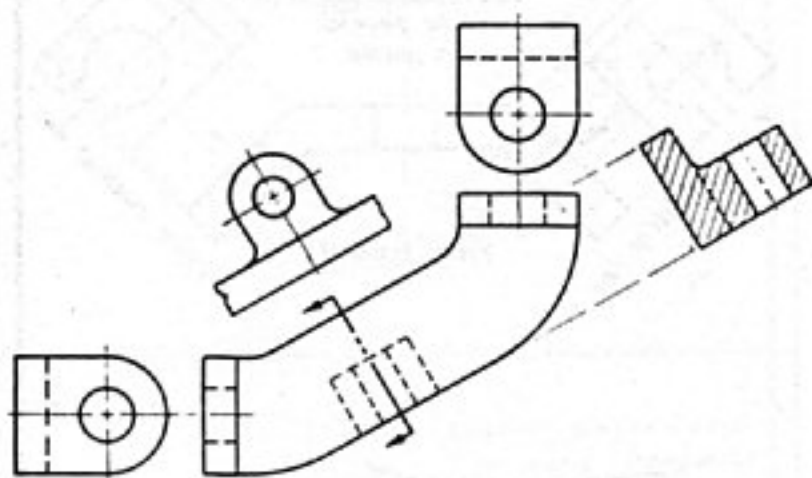


Fig. 9-9 Sección auxiliar.

9.6 Dibujo de vistas auxiliares (Figura 9-10). En los objetos con planos de simetría, es muy práctico referirse a dichos planos para dibujar vistas auxiliares. Así, en el prisma hexagonal de la figura 9-10, los ejes de simetría de la vista superior y de la auxiliar son la proyección de un mismo plano de simetría sobre el plano horizontal de referencia y sobre el plano auxiliar, res-

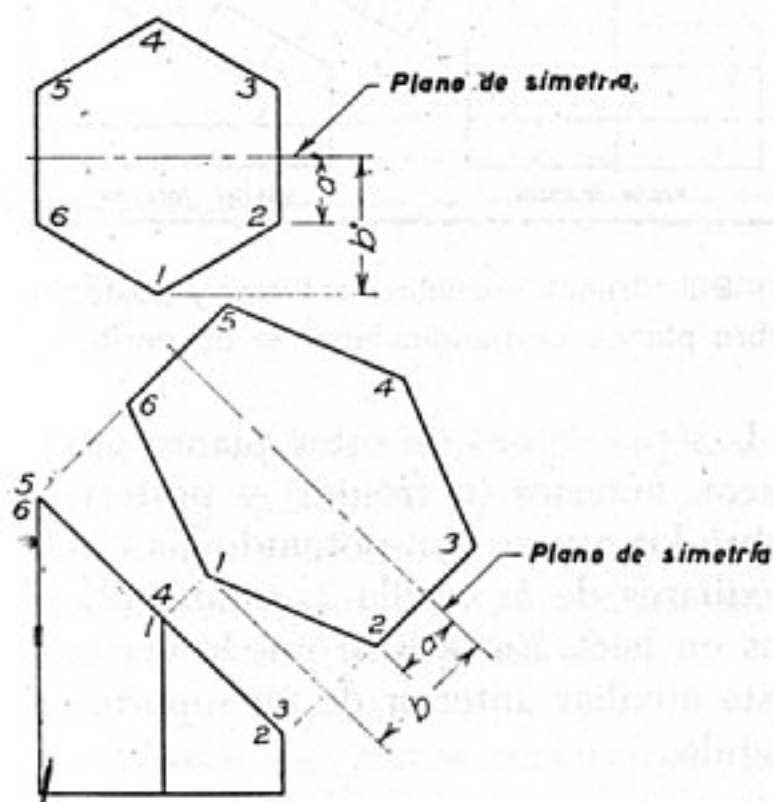


Fig. 9-10 Vista auxiliar a partir de un plano de simetría.

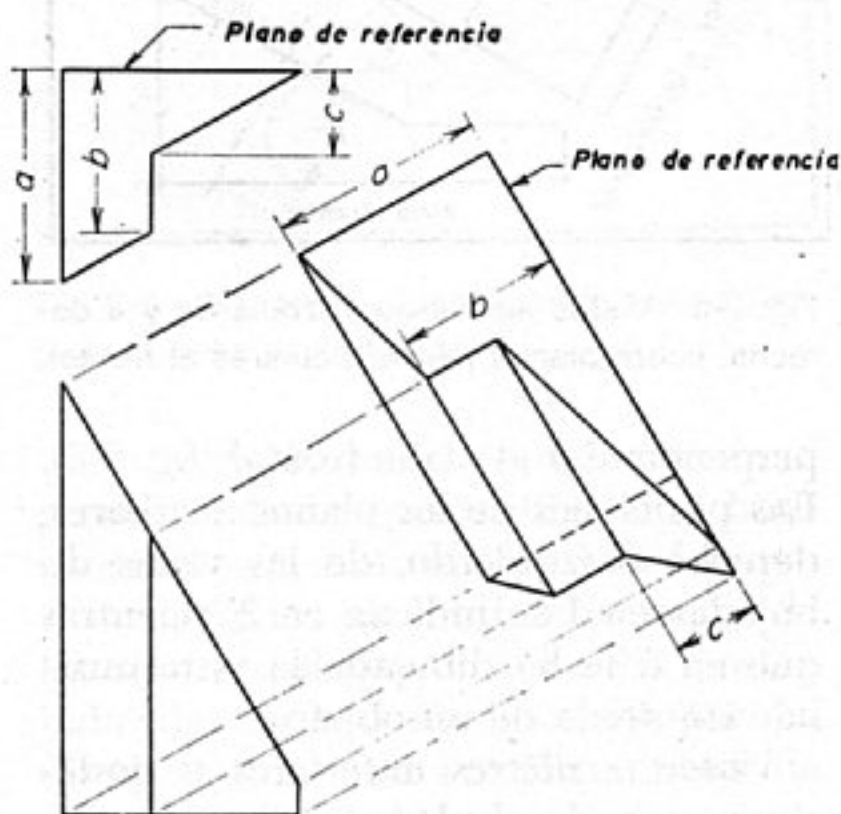


Fig. 9-11 Vista auxiliar a partir de un plano de referencia.

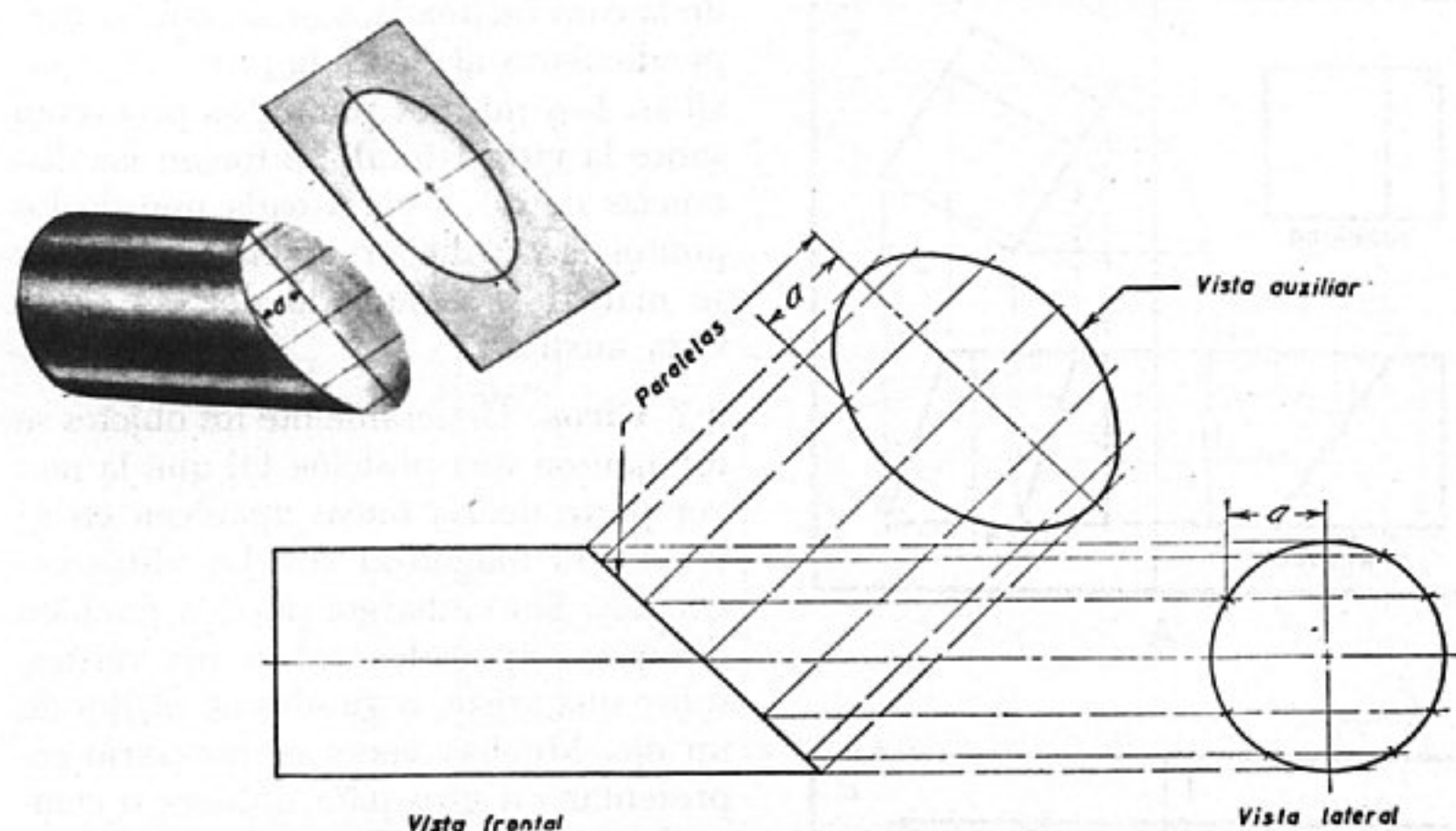


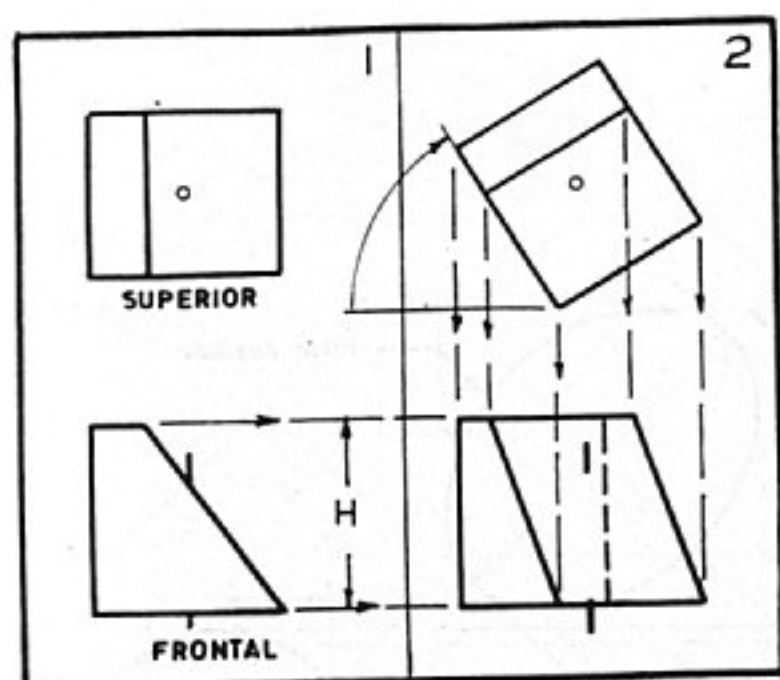
Fig. 9-12 Vista auxiliar de la base truncada de un cilindro.

pectivamente. Por lo tanto, para dibujar la vista auxiliar que nos permita ver la cara inclinada del prisma en su verdadera magnitud empezaremos por trazar el eje de simetría de dicha vista auxiliar (paralelo a la proyección de la cara inclinada de la vista frontal) y su correspondiente en la vista superior. Para situar los puntos que se proyectan se mide la distancia desde cada punto al plano de simetría (en la vista superior), y se marcan dichas distancias a partir del eje de simetría en la vista auxiliar. Las distancias a y b están tomadas hacia el frente del objeto, como se ve en la vista superior y, por tanto, se marcan en la misma dirección en la vista auxiliar. Como la figura es simétrica, las mismas distancias se marcarán al otro lado del eje; la vista auxiliar de la cara inclinada se completará uniendo los puntos en el orden que están numerados. En la figura 9-10 sólo se ha dibujado la cara inclinada, pero, de la misma

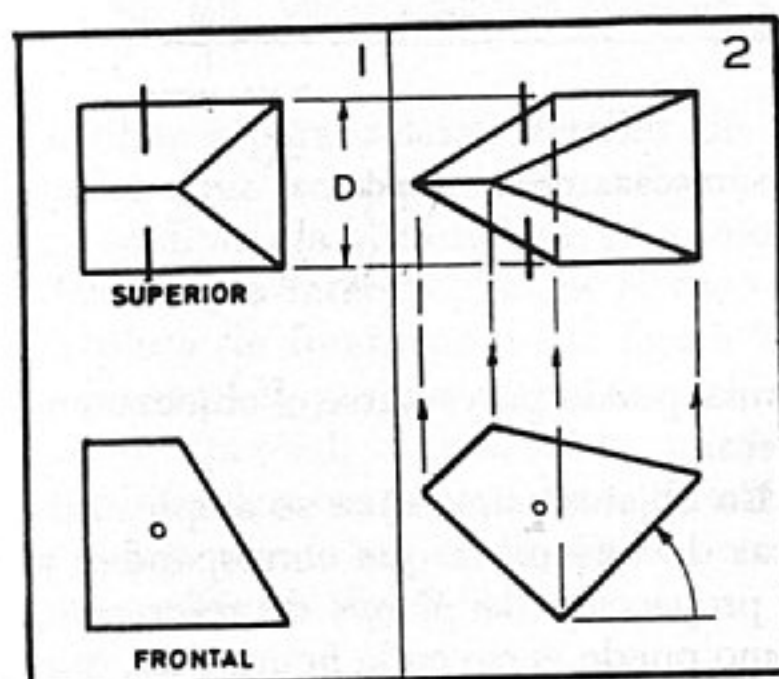
forma, puede proyectarse el objeto completo.

En objetos asimétricos se emplean líneas de referencia que corresponden a la proyección de planos de referencia, como puede verse en la figura 9-11, que representa una pieza asimétrica. La línea de referencia se utiliza como base para facilitar la toma de medidas. En nuestro caso, se ha situado en la parte posterior del objeto, de manera que todas las medidas se toman hacia el frente.

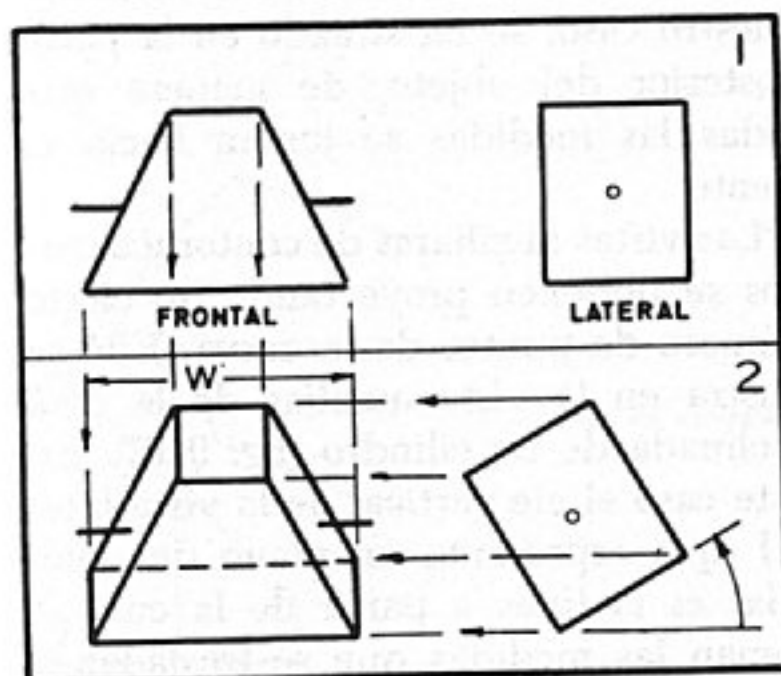
Las vistas auxiliares de contornos curvos se obtienen proyectando un cierto número de puntos de la curva. Ello se ilustra en la vista auxiliar de la cara inclinada de un cilindro (fig. 9-12). En este caso el eje vertical de la vista lateral (que representa un plano de simetría) es la línea a partir de la cual se toman las medidas que se trasladan a la vista auxiliar. Se escoge un número apropiado de puntos en la vista frontal



A



B



C

Fig. 9-13 Giros.

de la cara inclinada, y se trazan las perpendiculares al eje de la proyección auxiliar. Los mismos puntos se proyectan sobre la vista lateral. Se toman las distancias desde el eje a cada uno de los puntos (en dicha proyección lateral), y se marcan a cada lado del eje de la vista auxiliar.

9.7 Giros. Generalmente los objetos se dibujan en una posición tal que la mayor parte de las líneas aparecen en su verdadera magnitud con las vistas corrientes. Sin embargo, pueden también dibujarse apoyados sobre un vértice, sobre una arista, o girados alrededor de un eje. Muchas veces es necesario representar un giro para obtener o comprobar el espacio de operación necesario o para encontrar una determinada verdadera longitud o forma.

El *eje de giro* suele tomarse perpendicular a los planos horizontal, frontal o lateral. En la figura 9-13, en A, se muestran las vistas corrientes en la casilla 1. Las mismas vistas aparecen en la casilla 2, después de haber girado el objeto alrededor de un eje perpendicular al plano horizontal. En B se muestran las vistas corrientes en la casilla 1, y en la 2 las mismas después de haber girado el objeto alrededor de un eje perpendicular al plano frontal. En C el giro tiene lugar alrededor de un eje perpendicular al plano lateral.

El giro puede hacerse en el sentido de las agujas de un reloj (a derechas) como en la figura 9-13, en A, o en el contrario (a izquierdas), como en B. En C el sentido de giro también es contrario al de las agujas de un reloj (a izquierdas o hacia delante).

9.8 Particularidades de los giros. En todos los giros se cumple que:

1) *La vista perpendicular al eje de giro permanece la misma, si bien queda en otra posición* (fig. 9-13). Ello es así por-

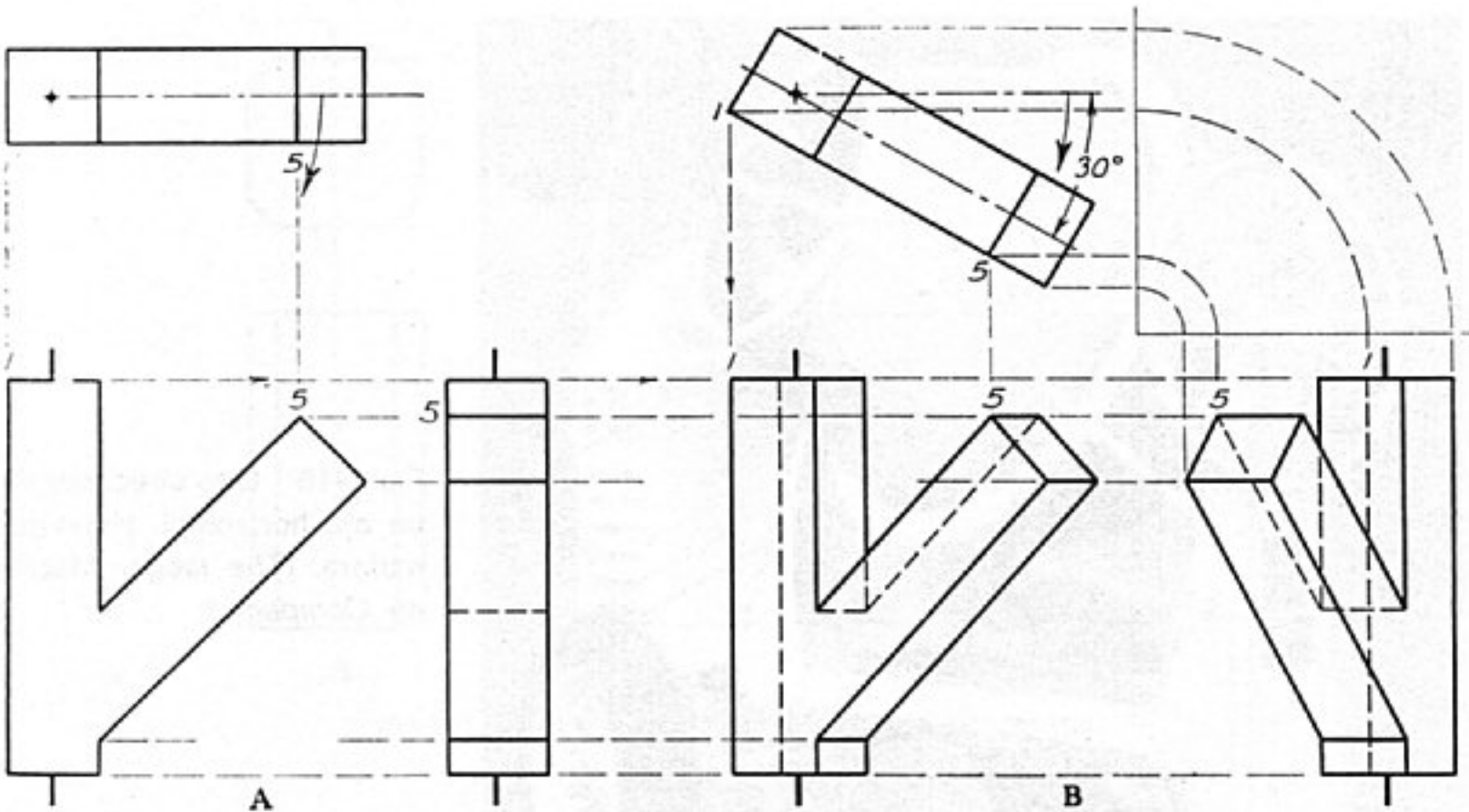


Fig. 9-14 Giro alrededor de un eje vertical, en el sentido de las agujas de un reloj.

que el eje es perpendicular al plano de proyección.

2) *Las distancias paralelas al eje de giro permanecen invariables.* Es verdad porque dichas distancias son paralelas al plano o planos sobre los que se proyectan. En la figura 9-13, en A, las alturas son paralelas a los planos frontal y lateral. En B, las profundidades son paralelas a los planos lateral y horizontal. En C, las anchuras son paralelas a los planos frontal y horizontal.

9-9 Giro alrededor de un eje vertical. En la figura 9-14 está ilustrado el método para dibujar las vistas de un objeto, después de haberlo hecho girar alrededor de un eje vertical. En A se dan las vistas iniciales del objeto al que queremos dar un giro de 30°. Se procede primero a dibujar la vista en planta en su nueva posición, en B (como es perpendicular el eje de giro, no cambia de forma).

Siendo el eje de giro vertical, la al-

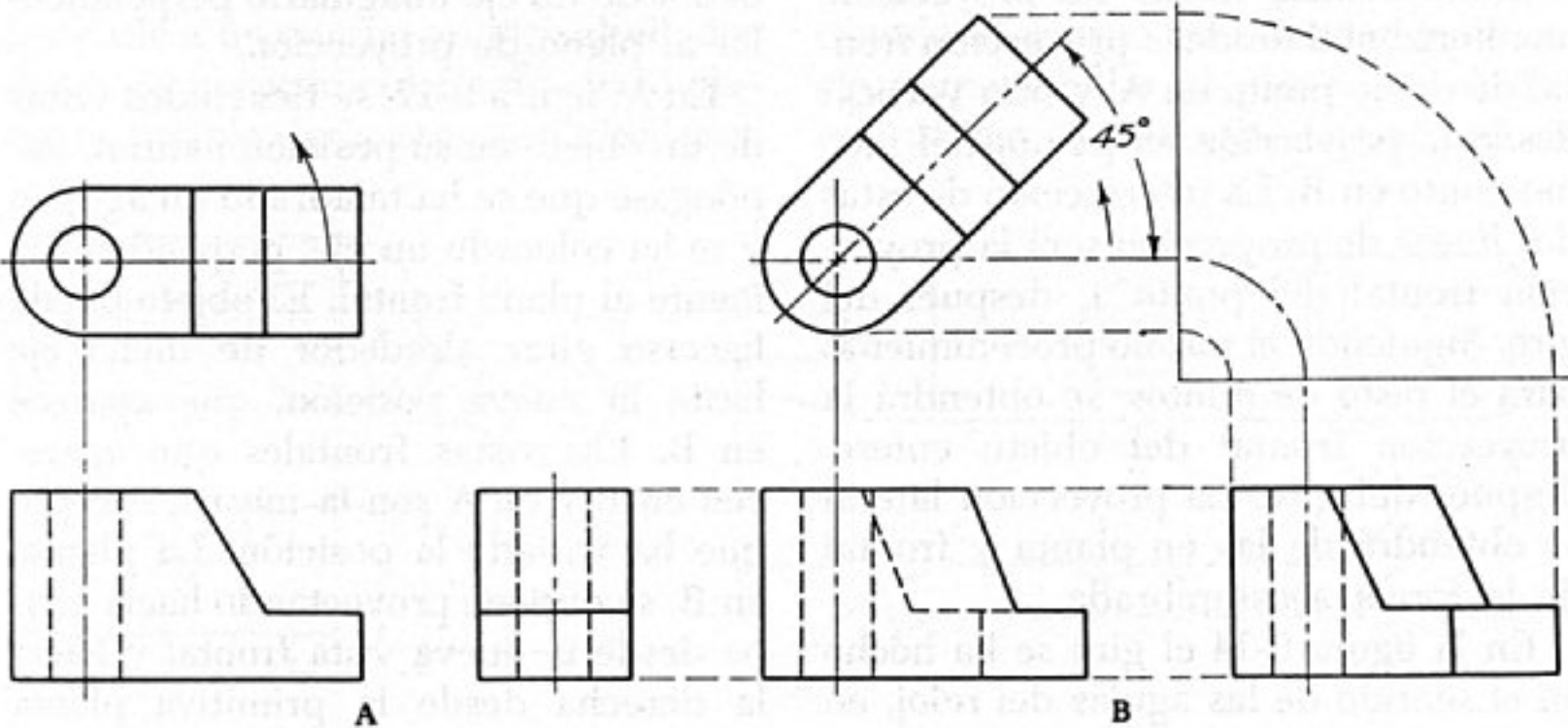


Fig. 9-15 Giro alrededor de un eje vertical, en el sentido contrario de las agujas de un reloj.

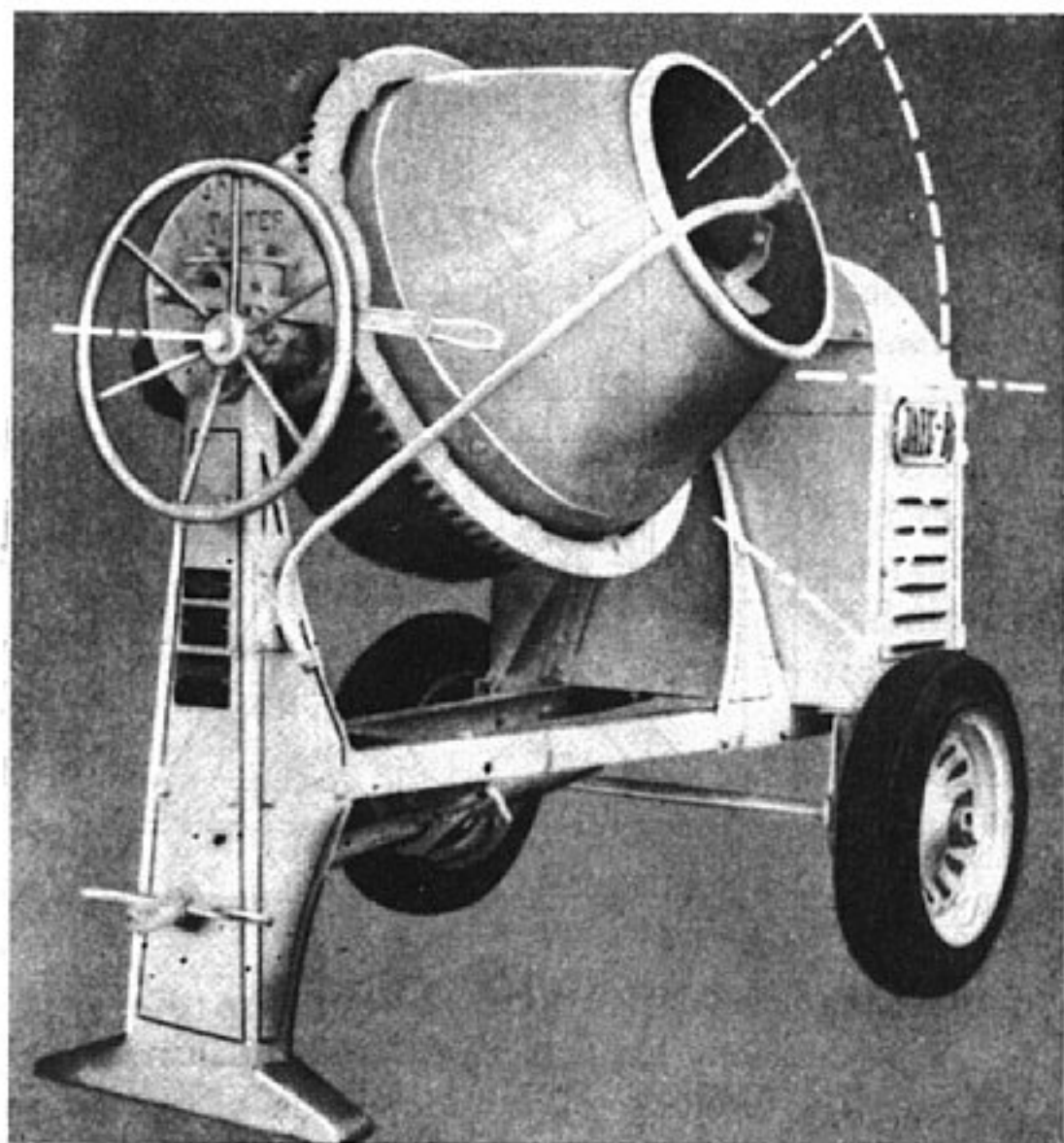


Fig. 9-16 Giro alrededor de un eje horizontal. Hormigonadora. (*The Jaeger Machine Company.*)

tura, también se conservará en magnitud; por lo tanto las vistas frontal y lateral tendrán la misma altura después del giro.

Así pues; para obtener la nueva posición del punto 1 de la vista frontal, se trazarán sendas líneas de proyección, una horizontal desde la proyección frontal de dicho punto en A, y otra vertical desde la proyección en planta del mismo punto en B. La intersección de estas dos líneas de proyección será la proyección frontal del punto 1, después del giro. Siguiendo el mismo procedimiento para el resto de puntos, se obtendrá la proyección frontal del objeto entero, después del giro. La proyección lateral se obtendrá de las en planta y frontal de la forma acostumbrada.

En la figura 9-14 el giro se ha hecho en el sentido de las agujas del reloj, en la 9-15 en sentido contrario.

9-10 Giro alrededor de un eje horizontal. Se ilustra en la figura 9-16. En la 9-17 puede verse el método a seguir.

Primero se dibujan las vistas en la forma acostumbrada. Luego se gira el objeto hasta una nueva posición, alrededor de un eje imaginario perpendicular al plano de proyección.

En A, figura 9-17, se tienen dos vistas de un objeto en su posición natural. Supóngase que se ha taladrado un agujero y se ha colocado un eje, perpendicularmente al plano frontal. El objeto puede hacerse girar alrededor de dicho eje hasta la nueva posición, que aparece en B. Las vistas frontales que aparecen en B y en A son la misma, excepto que ha variado la posición. La planta, en B, se obtiene proyectando hacia arriba desde la nueva vista frontal y hacia la derecha desde la primitiva planta en A.

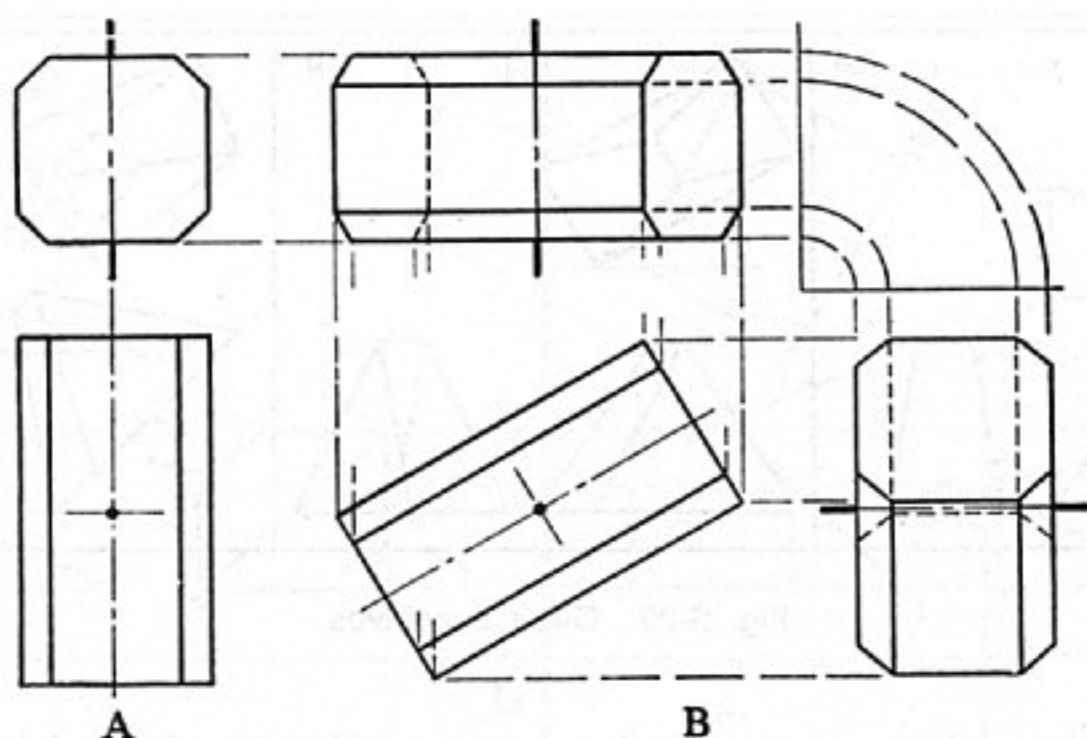


Fig. 9-17 Giro alrededor de un eje horizontal.

9-11 Los giros en la práctica. A veces para describir mejor un objeto, una de las vistas o parte de la misma puede presentarse en una posición girada.

En la figura 9-18 la vista en planta muestra el giro que se ha aplicado a la parte derecha de la pieza, y la vista frontal muestra su forma real, en la posición girada. En la figura 9-19 los ángulos de giro aparecen en la vista frontal y las formas reales, así como la longitud total, una vez giradas las partes, aparecen en la planta.

9-12 Giros sucesivos. Después de haber dado a un cuerpo un giro alrededor de un eje perpendicular a un cierto plano, es posible darle otro giro alrededor

de otro eje, perpendicular a otro plano. Tal es el caso que se ilustra en la figura 9-20, donde a la pieza dibujada en A se le ha dado un giro de unos 30° alrededor de un eje vertical, en B, y, a partir de esta nueva posición, otro giro de unos 45° alrededor de un eje perpendicular al plano vertical, en C.

9-13 Sentido de giro. Un cuerpo puede sufrir un giro a la derecha o a la izquierda alrededor de un eje perpendicular bien al plano horizontal bien al plano frontal. También puede hablarse de giro hacia delante o giro hacia atrás cuando el cuerpo gira alrededor de un eje perpendicular al plano lateral. En este último caso la vista lateral perma-

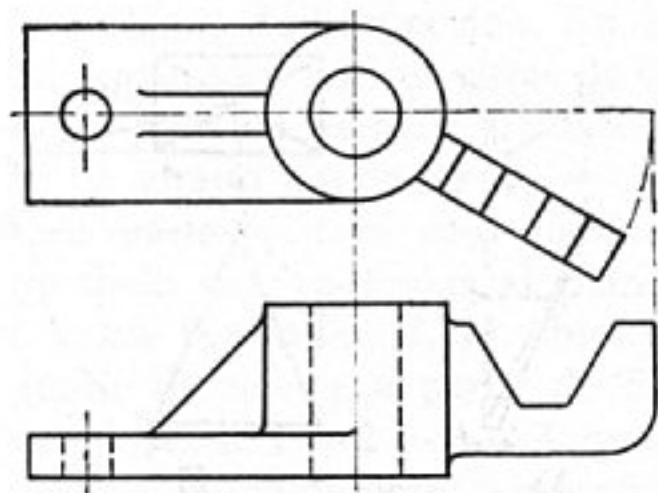


Fig. 9-18 Caso práctico, eje vertical.

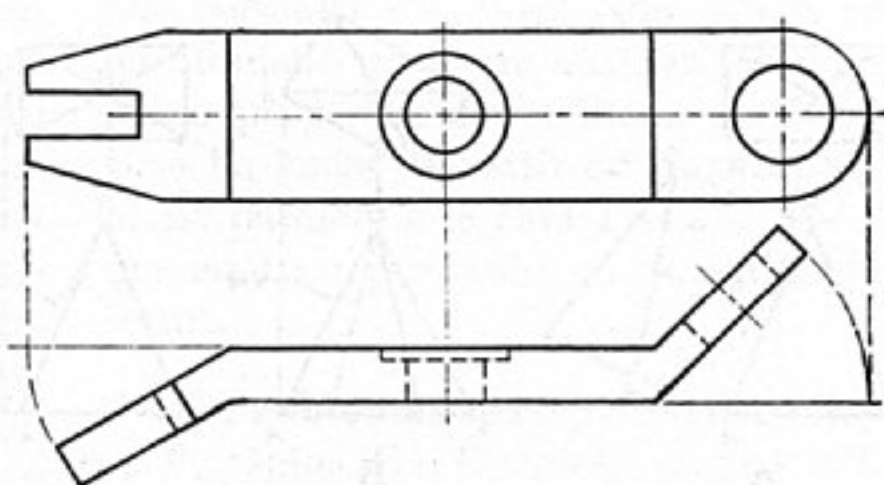


Fig. 9-19 Caso práctico, eje horizontal.

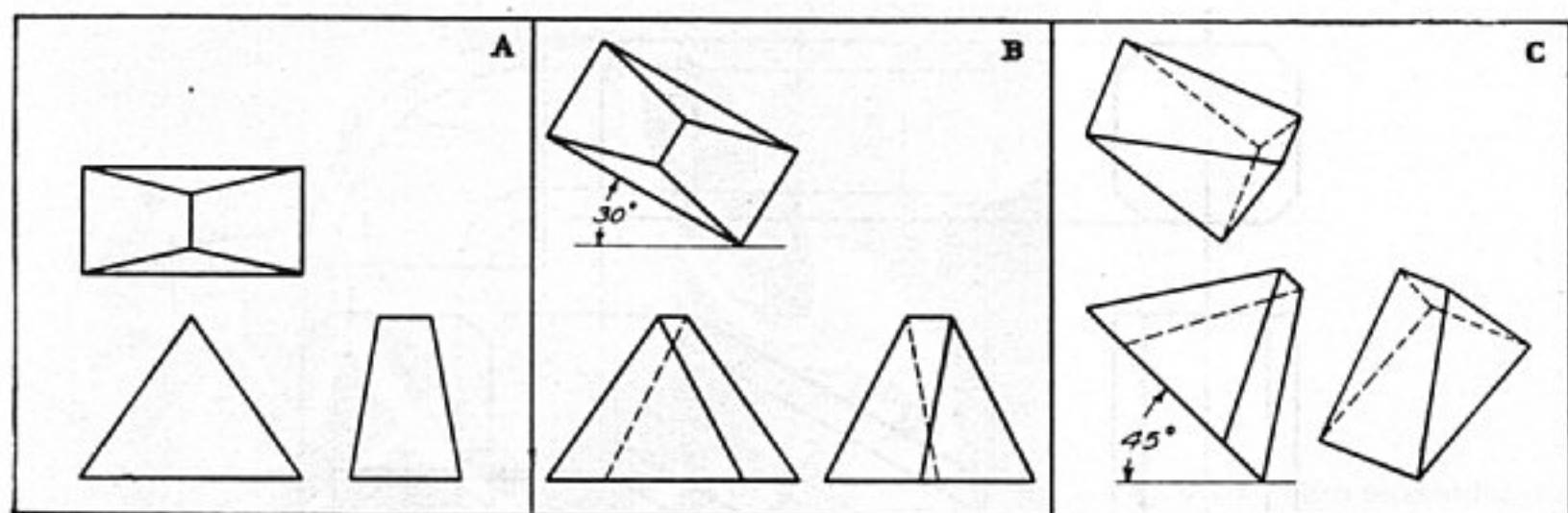


Fig. 9-20 Giros sucesivos.

necerá invariable y las anchuras de las vistas frontal y en planta se conservarán.

9.14 Rectas en verdadera magnitud.

Puesto que las vistas auxiliares de una cara muestran su verdadera forma y tamaño, pueden emplearse aquéllas para hallar la verdadera magnitud de una recta, como se ilustra en la figura 9-21, en A. La recta OA no muestra su verdadera longitud, ni en la vista en planta ni en la frontal, porque está inclinada en relación a ambos planos de proyección. En cambio aparece con su longitud real en la vista auxiliar, porque el plano auxiliar de proyección se ha tomado paralelo a dicha recta.

Si giramos la pirámide, como en la figura 9-21, en B, de manera que en la vista en planta la recta OA quede ho-

rizontal, la vista frontal la mostrará en su verdadera magnitud porque la recta es entonces paralela al plano frontal de proyección.

En vez de girar toda la pirámide, podemos girar sólo la recta OA hasta quedar paralela a uno de los planos de proyección. En la figura 9-21, en C y D, la recta se ha girado hasta quedar horizontal su proyección en planta OA' ; luego se ha proyectado el punto A' a la vista frontal de manera que, en ella, OA' es la verdadera magnitud.

El giro puede efectuarse, naturalmente, hasta dejar la recta paralela a alguno de los otros planos de proyección. Su verdadera magnitud siempre aparecerá en dicho plano. En E la recta se ha girado hasta quedar paralela al plano horizontal y la verdadera magnitud aparece en OA' en la vista en planta.

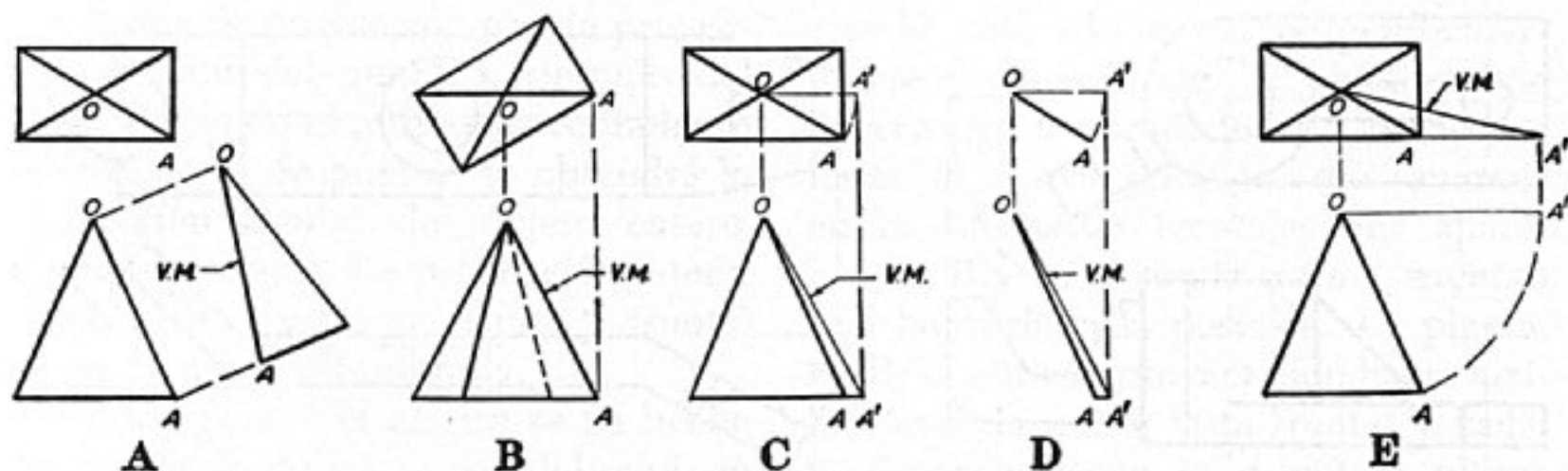


Fig. 9-21 Manera de encontrar la verdadera magnitud de una recta.

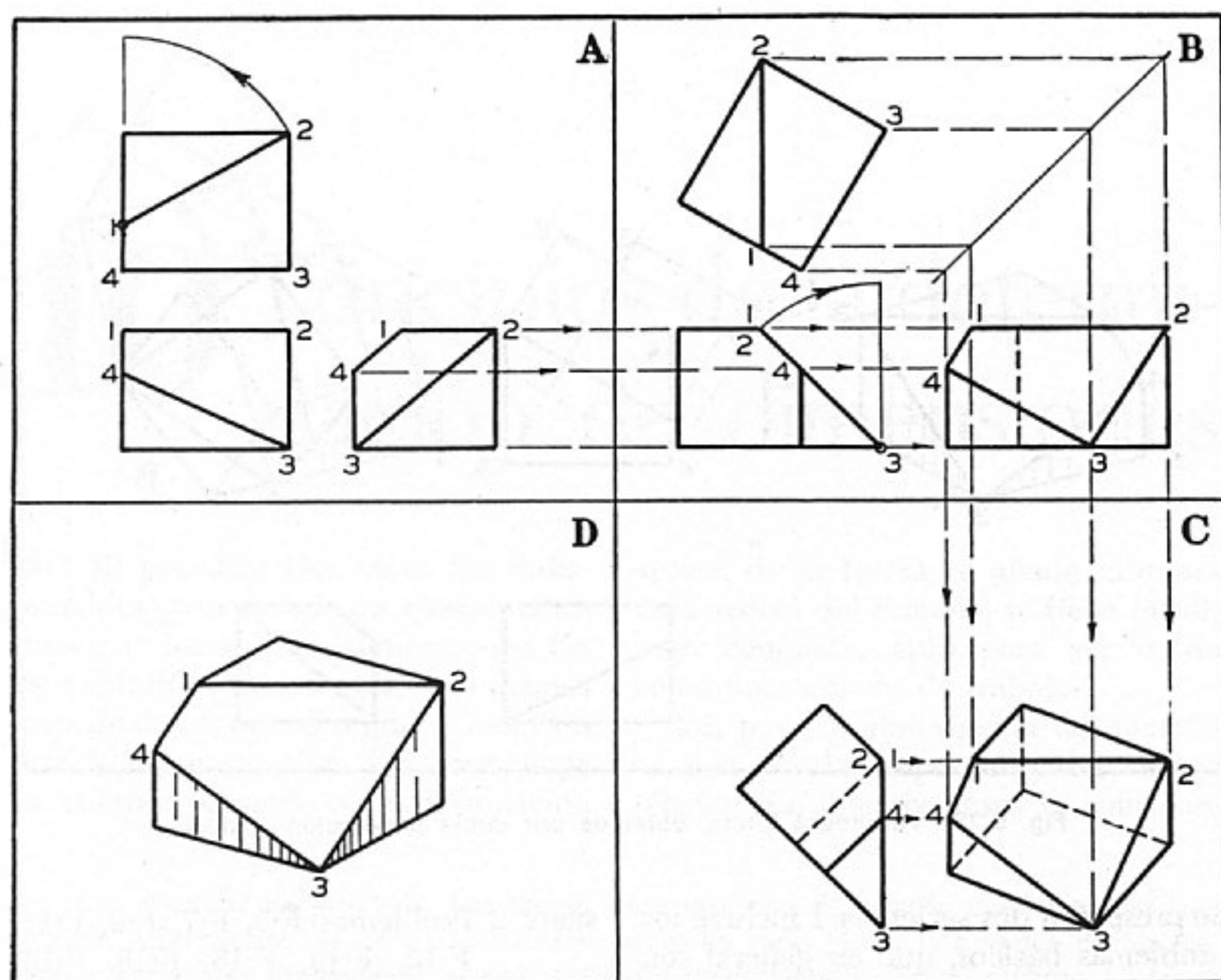


Fig. 9-22 Verdadera forma, obtenida por medio de giros.

9.15 Verdadera forma de un plano inclinado por medio de un doble giro. Una cara aparece en su verdadera forma en su proyección sobre un plano paralelo. En la figura 9-22 la cara 1—2—3—4 del objeto dibujado en D está inclinada en relación a los tres planos de proyección. En la casilla A aparecen las tres vistas de la pieza en su posición normal. En B, el objeto se ha girado alrededor de un eje vertical hasta que la cara inclinada ha quedado perpendicular al plano frontal. En la casilla C, el objeto se ha girado de nuevo, a partir de B, hasta que la cara 1—2—3—4 queda paralela al plano de perfil y muestra sobre el mismo su verdadera forma.

9.16 Verdadera forma de un plano inclinado por medio de una vista auxiliar oblicua o doble. Se trata de tener una vista auxiliar sobre un plano paralelo a la cara de que se trate. En la figura 9-23, la cara 1—2—3—4 está inclinada en relación a los tres planos normales de proyección. En A se ha dibujado una vista auxiliar sobre un plano perpendicular a dicha cara. En B se ha hecho, a partir de A, sobre un plano paralelo a la cara 1—2—3—4 que aparece, por tanto, en su verdadera forma.

9.17 Problemas propuestos. Grupo F, página 411. Grupo G, página 420.

(Siguen problemas en página siguiente)

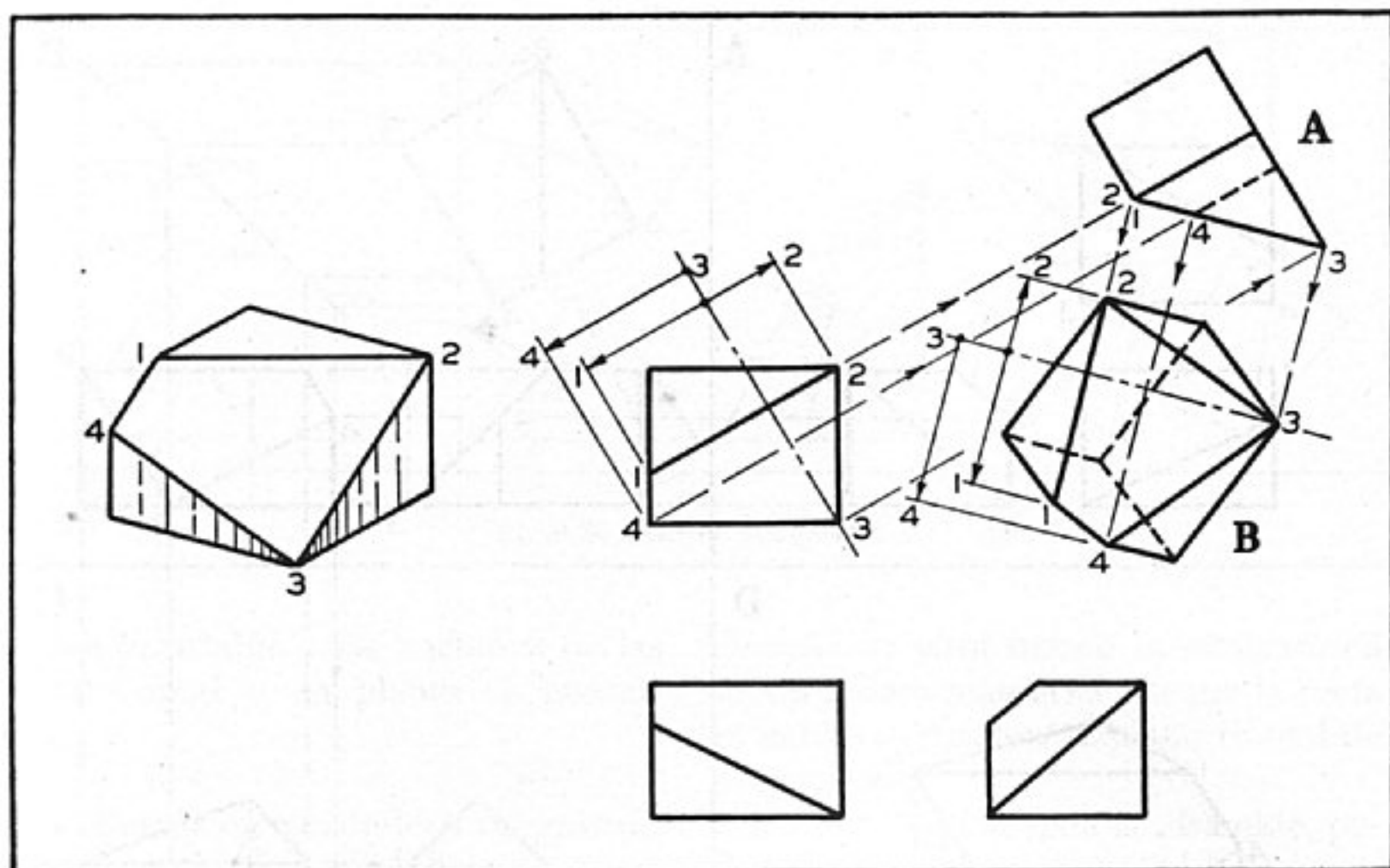


Fig. 9-23 Verdadera forma, obtenida por doble proyección auxiliar.

Se presentan dos series: la 1 incluye los problemas básicos, que en general son más elementales que los de la serie 2.

SERIE 1 Problemas F·1, F·2, F·4, F·6, F·8, F·10, F·12, F·17, F·19, F·21, G·1, G·2, G·5

SERIE 2 Problemas F·5, F·7, F·9, F·11, F·13, F·14, F·15, F·16, F·18, F·20, F·22, F·23, F·24, G·3, G·6, G·9, G·10, G·11

Se pueden seleccionar problemas adicionales del capítulo 24.

10 Principios de la determinación de dimensiones

10.1 El tamaño. Dos cosas son indispensables para definir un cuerpo cualquiera: su forma y sus dimensiones. En los capítulos precedentes, nos hemos ocupado de los métodos que se emplean para la representación de la forma de los cuerpos. Cuando a la información

acerca de la forma se añade información acerca del tamaño, se tiene un dibujo completo, apto para ser usado como instrumento de trabajo.

Así, pues, la descripción del tamaño es una faceta importante del dibujo técnico. En algunos casos es suficiente

Fig. 10-1 Medidas de precisión. Las barras calibradas son de sección cuadrada. Una pila de ellas, superpuestas, se apoya sólidamente sobre una masa plana. Una varilla de fijación, pasada a través de los agujeros axiales, solidariza rigidamente la pila de calibres. La figura muestra la medición de una complicada pieza de fundición de magnesio. La exactitud, aquí, se mide en millonésimas de pulgada. Las caras de medida son completamente planas y paralelas en todos los calibres, con una desviación de menos de cuatro millonésimas de pulgada por pulgada de longitud. Los calibres se combinan para obtener cualquier medida deseada. (Pratt & Whitney Company, Penn-Texas Corporation.)



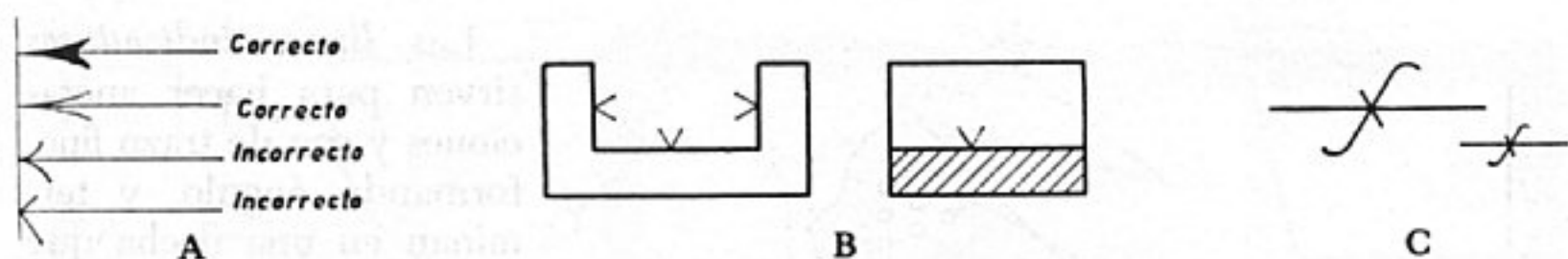


Fig. 10-3 Flechas y símbolos de acabado.

asociaciones de ingenieros y ciertas empresas industriales han establecido acuerdos sobre los símbolos a emplear en sus dibujos. En particular la American Standards Association¹ se ocupa de los trabajos de normalización en Norteamérica. Para hacer un dibujo correcto, el delineante debe familiarizarse con estos símbolos y debe conocer las reglas para el acotado. También debe estar enterado de los procesos de fabricación de la pieza u objeto que está dibujando. Los símbolos, a veces, sirven para indicar estos procesos.

Las cotas son líneas finas, en contraste con las más gruesas de la pieza (véase párrafo 11.3). En los extremos de la línea se dibujan flechas de punta larga (fig. 10-2). Hay que poner especial cuidado en dar a la flecha una forma adecuada (fig. 10-3, A).

La cota se interrumpe para colocar en ella el valor de la distancia real.

10.4 Acabado o mecanización de las superficies. Se indica por medio del símbolo ∇ (en Europa el símbolo ∇) que toca la línea que representa la cara mecanizada, como se ve en B (fig. 10-3). El antiguo signo mostrado en C todavía está en uso, pero va siendo reemplazado por el anterior.

10.5 Líneas de limitación. Cuando la cota se sitúa fuera del contorno de la vista, a partir de ésta se dibujan *líneas limitadoras o de limitación de cota* para indicar los puntos o caras a par-

tir de los cuales se toman las medidas. Estas líneas se dibujan finas y se prolongan $\frac{1}{8}$ " (unos 3 mm) más allá de la flecha. Puesto que las líneas limitadoras no forman parte de la pieza, no deben tocar el contorno de la misma (fig. 10-2).

10.6 Letras y números. Deben rotularse con mucho cuidado de manera que sean fáciles de leer. Sin embargo, no han de hacerse tan grandes que «desequilibren» el dibujo. En general, se harán de $\frac{1}{8}$ " (3 mm) de altura. Para evitar embrollamientos, las líneas de cota se dibujarán a unos $\frac{3}{8}$ " (10 mm) de las líneas del dibujo y separadas entre sí otro tanto. Las fracciones deben hacerse siempre con una recta horizontal de división. Los números de las fracciones se hacen de unos $\frac{2}{3}$ de la altura de los otros números. Las líneas de guía para el rotulado y las fracciones pueden trazarse rápida y fácilmente con la escuadra que aparece en la fig. 10-4. Los agujeros de la izquierda han sido espaciados especialmente para dicho propósito.

10.7 Indicación de las dimensiones. Lo más importante al indicar las dimensiones es pensar en el operario que ha de leer el dibujo y fabricar la pieza a partir del mismo. Se ha de «ver» la pieza en el espacio. Empiécese por la vista más representativa y anótense las dimensiones que aparecen en ella. Luego acótense las restantes dimensiones en las demás vistas. En lo posible, es conveniente situar las cotas entre dos vistas de manera que queden cerca de ambas.

¹ American Standards Association, 70 East 45th Street, New York, 17, N.Y.

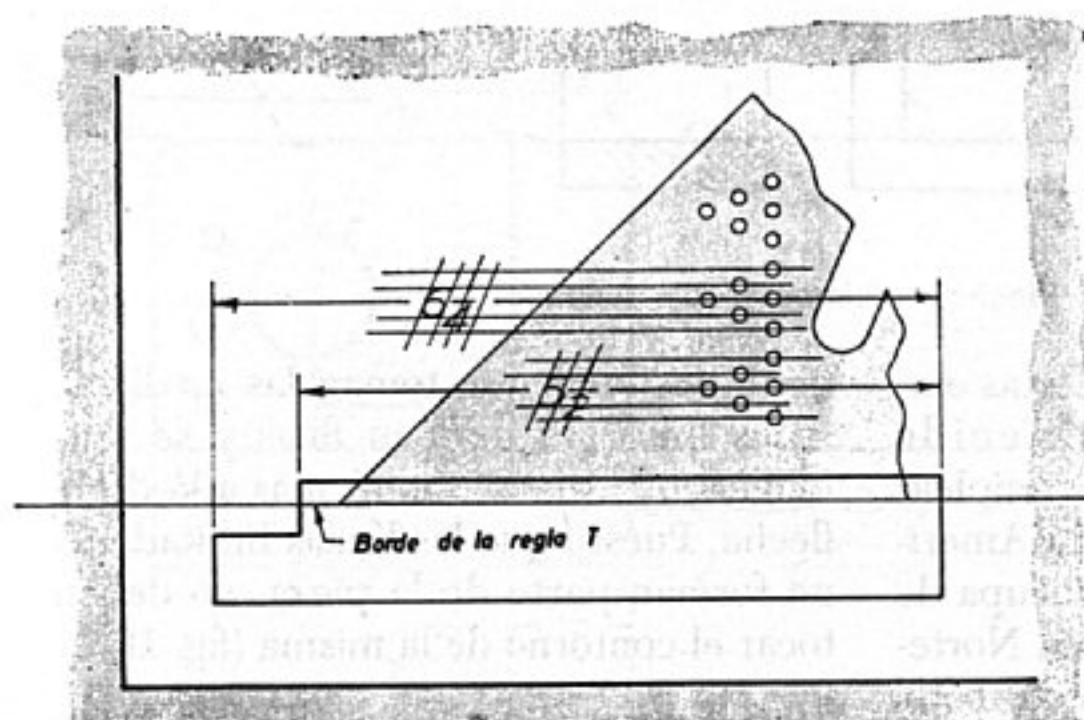


Fig. 10-4 Líneas de guía para fracciones.

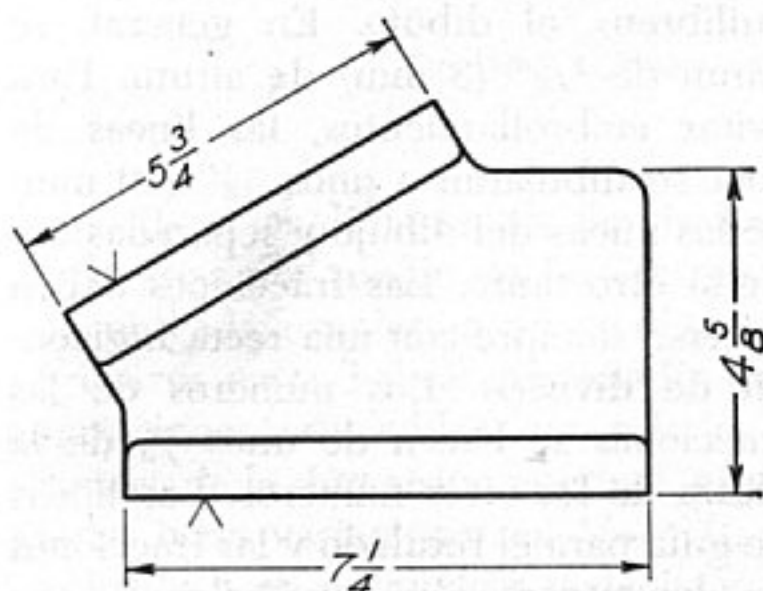


Fig. 10-5 Dimensiones. Sistema alineado.

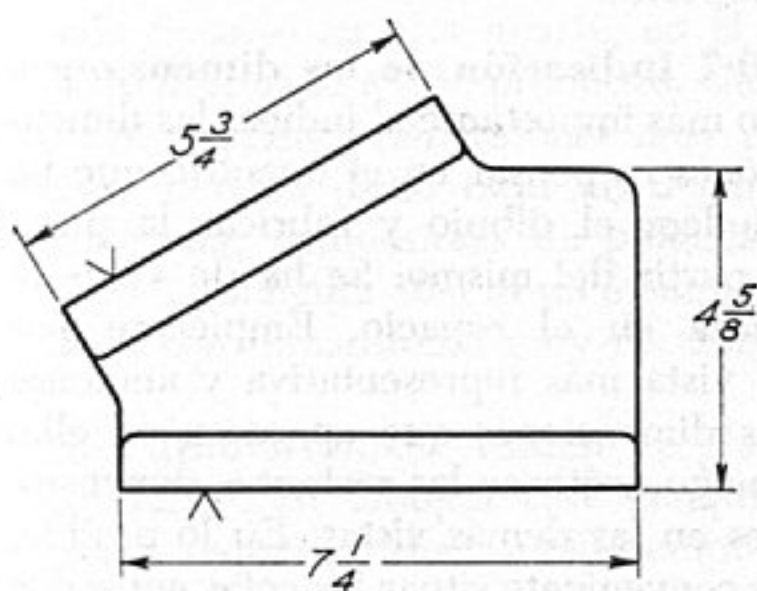


Fig. 10-6 Dimensiones. Sistema unidireccional.

Las *líneas indicadoras* sirven para hacer anotaciones y son de trazo fino, formando ángulo, y terminan en una flecha que indica el punto al que hace referencia la nota (figura 10-2). Cuando la referencia indica un círculo o arco, la línea debe seguir una dirección radial.

10-8 Sistema de "dimensiones alineadas" (Figura 10-5). Presenta las cifras dispuestas en la misma dirección que las líneas de cota.

Las cotas horizontales siempre se leen mirando el dibujo desde la base y las verticales, desde la derecha. Las dimensiones inclinadas también se alinean con la cota y se leen desde la parte inferior del dibujo.

10-9 Sistema "unidireccional". En él se disponen las cifras de manera que pueden leerse todas desde la base del dibujo, o sea, escritas en dirección horizontal. Es un sistema que va siendo adoptado en muchas partes (fig. 10-6).

10-10 Símbolos empleados. Las pulgadas se indican por el signo (") y los pies por el ('). Un guión separa los pies y las pulgadas: 5' — 7 1/2", o bien 0' — 9 1/4". Cuando todas las dimensiones vienen en pulgadas, puede omitirse el símbolo (fig. 10-2). En muchos dibujos se sigue esta práctica. La American Standards Association recomienda que las dimensiones iguales o menores de 72" se indiquen en pulgadas y las mayores, en pies y pulgadas. Cuando la cota es demasiado pequeña para que quepan las flechas y las cifras puede emplearse una de las formas indicadas en la figura 10-7, en A y B.

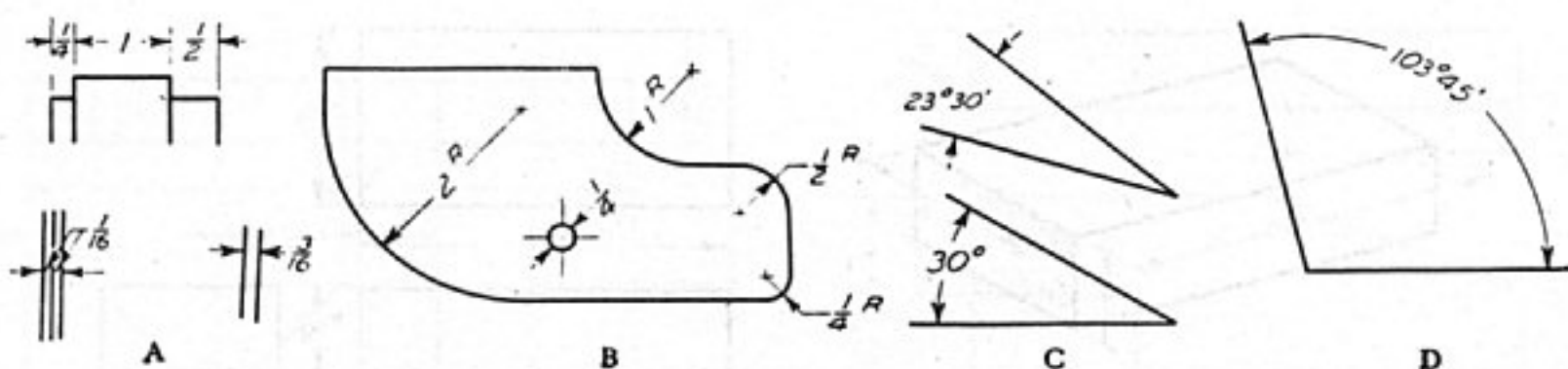


Fig. 10-7 Acotado de pequeñas dimensiones, radios y ángulos.

Los ángulos se dimensionan dibujando el arco y poniendo su valor horizontalmente (fig. 10-7, C), excepto en los ángulos muy abiertos que se indican como en D.

Cuando el interior del dibujo está poco recargado de líneas, las dimensiones pueden situarse dentro del mismo, y no hay necesidad de dibujar las líneas de limitación. Para indicar un diámetro puede usarse el signo ϕ o las letras *D* o bien *DIA*, a continuación de su valor, siempre que el dibujo no indique ya claramente que se trata de tal. Para indicar que se trata de la dimensión de un radio se coloca la letra *R* después de la misma (fig. 10-7, B). Las líneas de cota no deben cruzarse con las de limitación a menos que las condiciones del dibujo lo hagan completamente indispensable. Las cotas se colocan hacia fuera de la vista en el orden de menor a mayor.

10-11 Teoría del acotado. Toda pieza se considera compuesta de cierto número de cuerpos sencillos o partes de los mismos, tales como prismas, cilindros, pirámides, conos, etc. Un agujero o parte ahuecada puede considerarse que tiene el mismo contorno que uno de estos cuerpos macizos. Tales espacios abiertos de una pieza pueden tomarse como negativos.² Por tanto siem-

pre se trata de dimensionar un cierto número de cuerpos simples. Una vez definido el tamaño y las posiciones relativas de cada cuerpo simple, se habrá completado la descripción de la pieza. Las *cotas de dimensiones* definen los cuerpos separadamente, mientras que las cotas de *posición o referencia* dan la posición relativa de los mismos. Cuando varias piezas van ensambladas, se considera primero cada pieza separadamente, y luego en su relación mutua. De esta forma la descripción completa de una máquina, de un mueble o de un edificio no es más difícil que el dimensionado de una sola pieza.

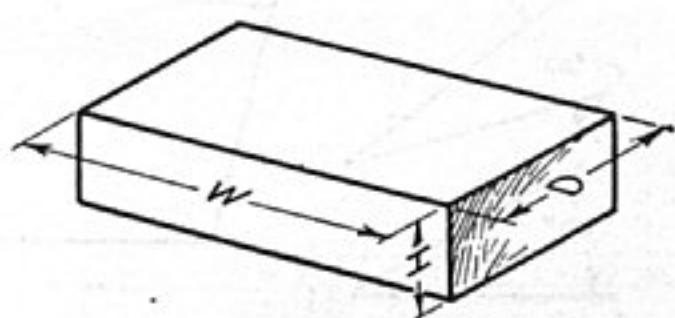
10-12 Cotas de dimensiones. Las primeras formas a considerar son las de las piezas planas rectangulares, en las que hay que indicar la anchura (*W*), la altura (*H*) y la profundidad (*D*), tal como se ve en A y B de la figura 10-8. Esta forma elemental puede aparecer, más o menos directamente, en un gran número de piezas, algunas de las cuales aparecen en las figuras 10-9 y 10-10.

Otras piezas planas de forma irregular se dimensionan de la misma manera (figs. 10-11 y 10-12).

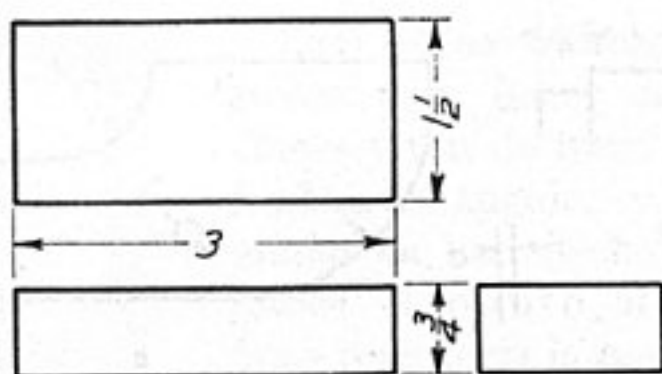
PRIMERA REGLA: Para dimensionar una pieza plana se indica el espesor en la vista de perfil y todas las demás dimensiones en la vista que muestra el contorno de la pieza.

² En Aeronáutica y otras industrias en que es primordial el peso de las piezas éste se calcula considerando el volumen total como si

fuera maciza y descontando el de las partes huecas, para multiplicar la diferencia por el peso específico.



A



B

Fig. 10-8 Forma fundamental.

La vista de contorno es la que muestra la forma de la superficie o superficies planas. En la figura 10-11 es la vista frontal.

Otro cuerpo sencillo es el cilindro, que requiere para su descripción dos dimensiones: el diámetro y la longitud (fig. 10-13). En la figura 10-14 se han dimensionado tres cilindros, uno de los cuales es un agujero. Una arandela u otro cilindro hueco interiormente puede considerarse formado por dos cilindros concéntricos de la misma longitud (figura 10-15).

SEGUNDA REGLA: En las piezas cilíndricas, el diámetro y la longitud se indicarán en una misma vista.

Generalmente se añaden notas adicionales para especificar el tamaño de los agujeros. Tales notas se emplazan en la vista de contorno, especialmente cuan-

do se indica el método de obtención del agujero (fig. 10-16, A). Pueden referirse a las operaciones necesarias para formar o completar el agujero, tales como taladro, punzonado, escariado, pulido, roscado con macho, avellanado, fresado, etc. Cuando un agujero ha de perforarse, junto a la dimensión del mismo hay que indicar la operación a ejecutar. Si el agujero, en una pieza de fundición, se ha de formar mediante un noyo o núcleo, la palabra «noyo» se anotará junto a la dimensión.

Cuando se presentan partes de un cilindro, como en los redondeamientos de las esquinas, se acotan en las vistas en que aparecen las curvas de redondeamiento (fig. 10-16).

Otras formas geométricas sencillas son el cono, la pirámide y la esfera. El cono, el tronco de cono, la pirámide cuadrangular y la esfera se dimensionan

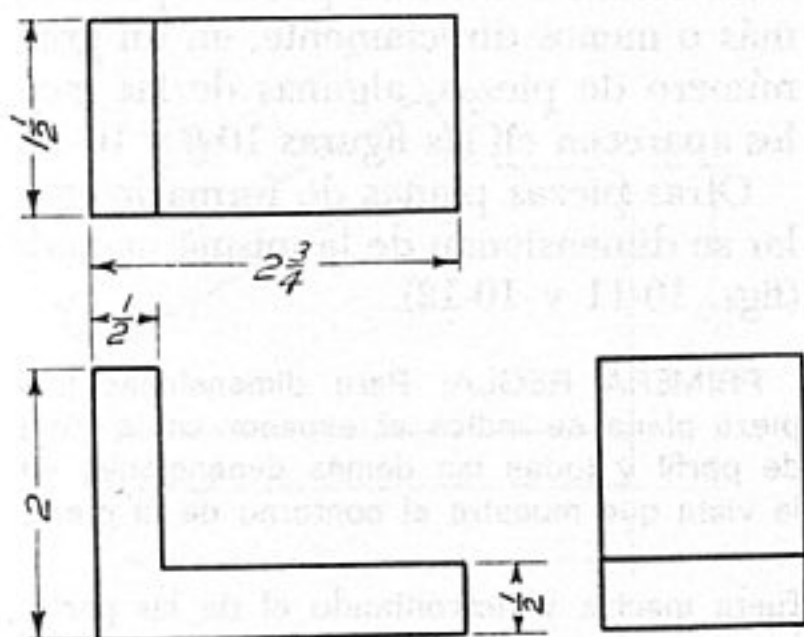


Fig. 10-9 Aplicación de la primera regla.

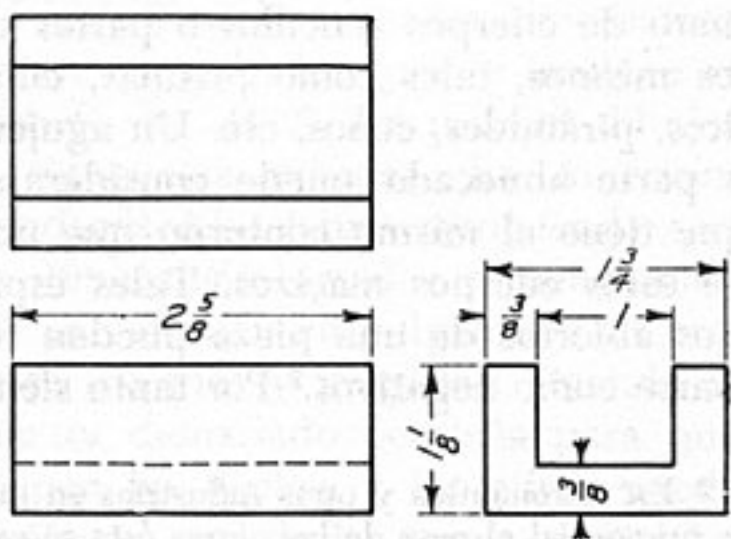


Fig. 10-10 Aplicación de la primera regla

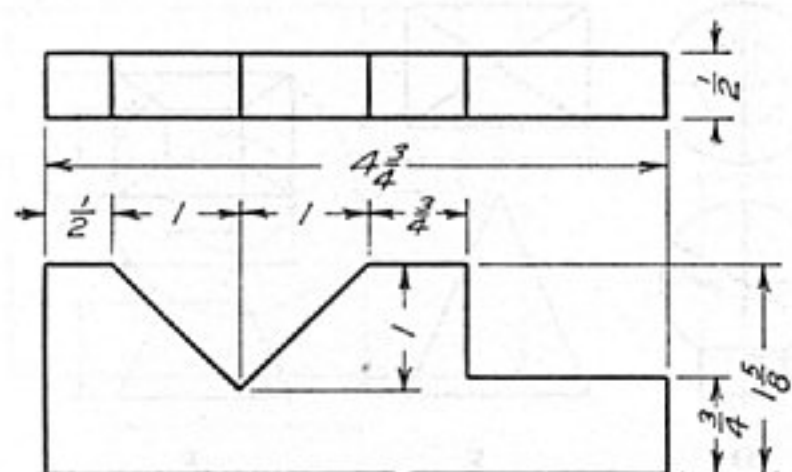


Fig. 10-11 Forma plana irregular.

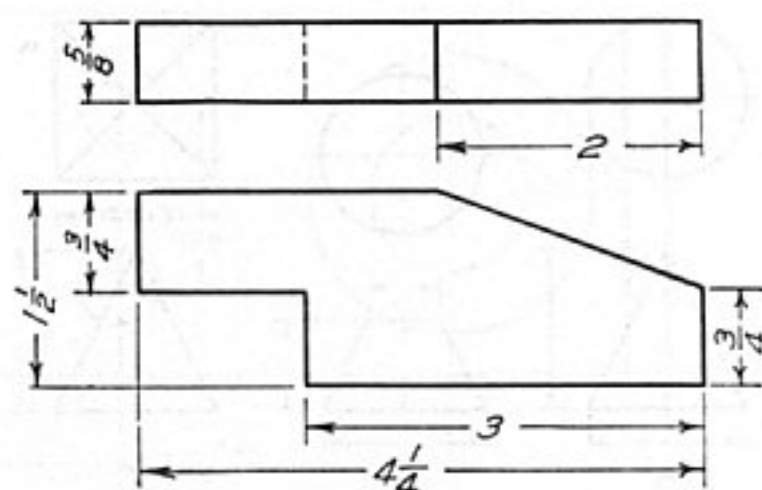


Fig. 10-12 Forma plana irregular.

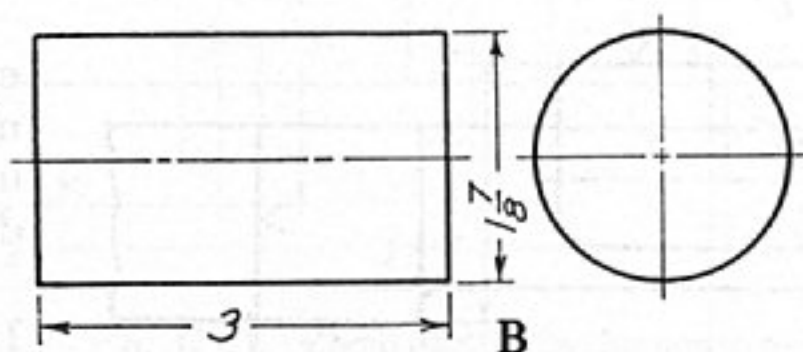
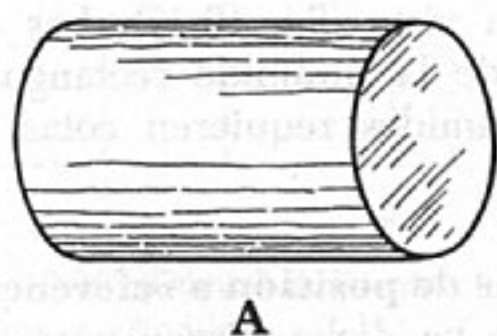
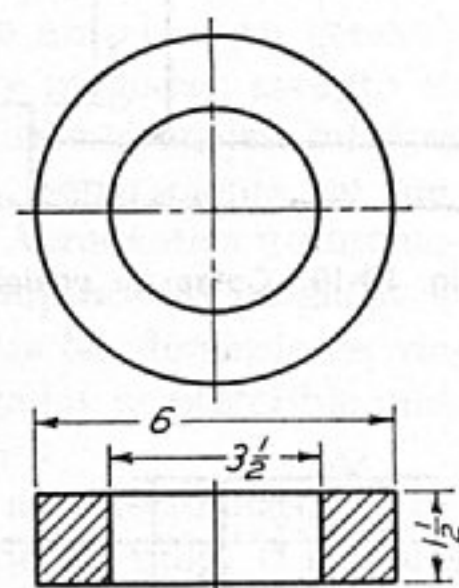
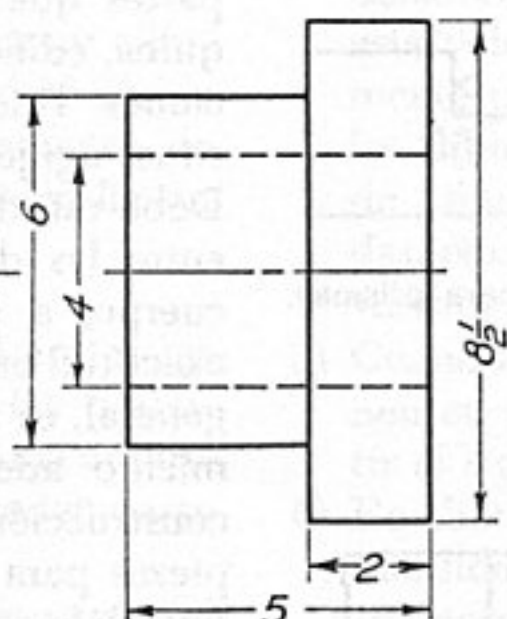
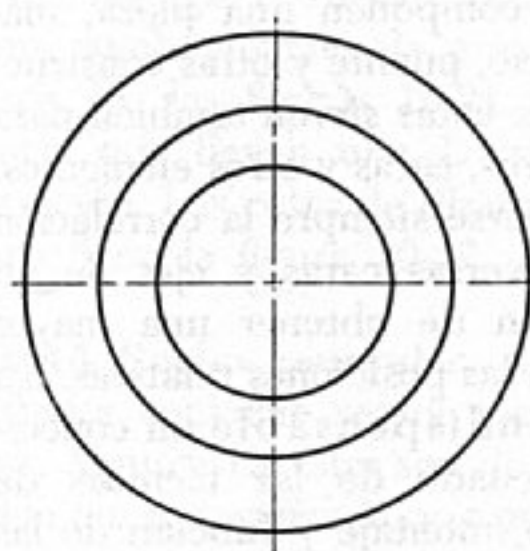


Fig. 10-13 Forma cilíndrica.



Figs. 10-14 y 10-15 Aplicación de la segunda regla.

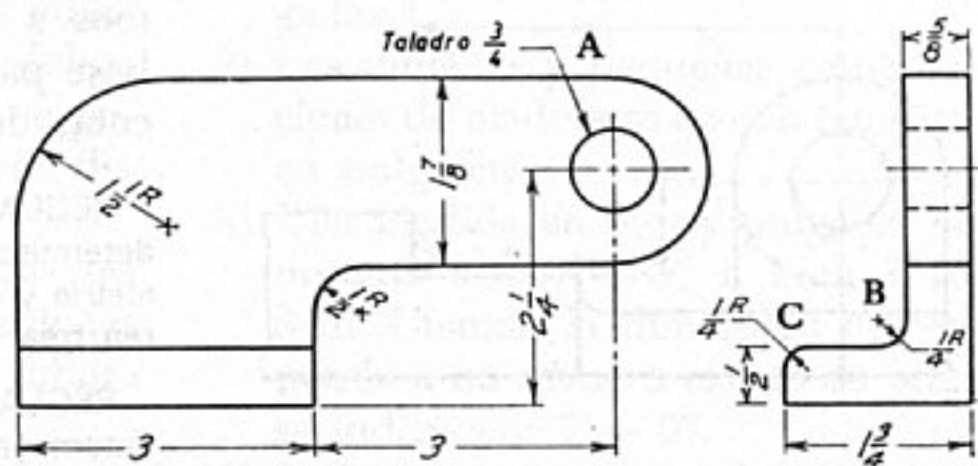
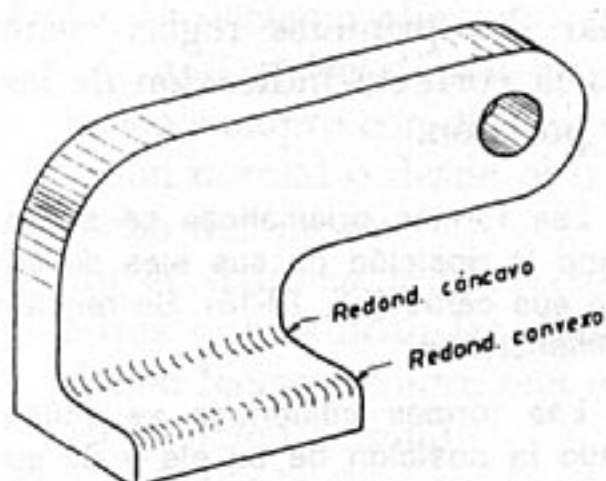


Fig. 10-16 Redondeamientos cóncavos y convexos.

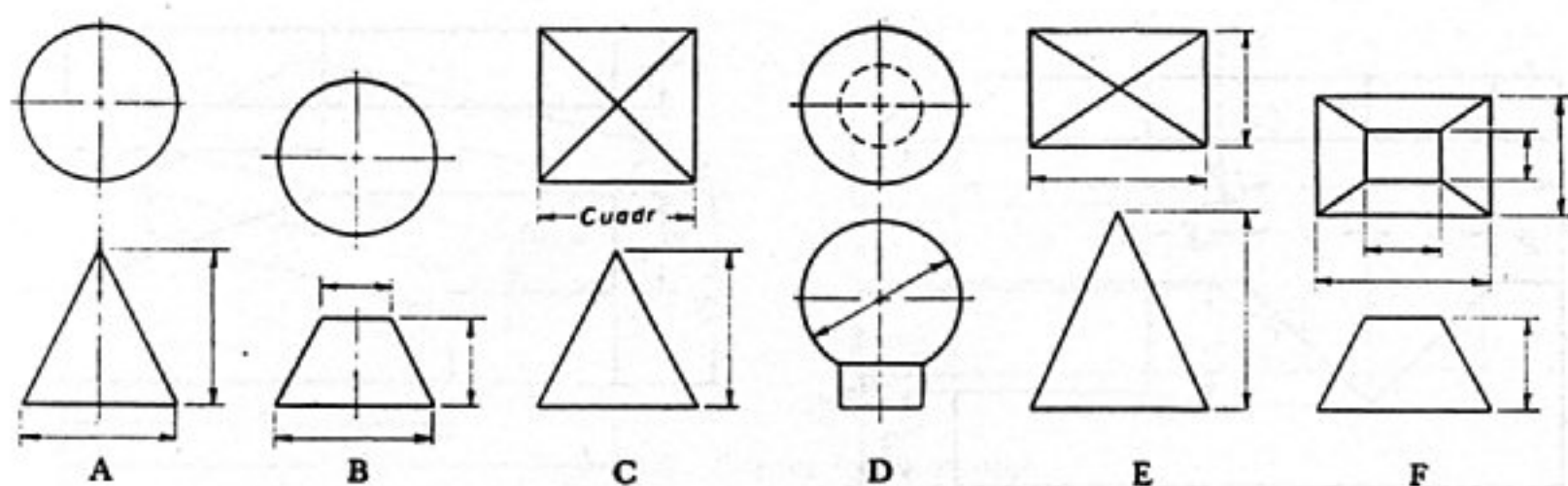


Fig. 10-17 Formas elementales.

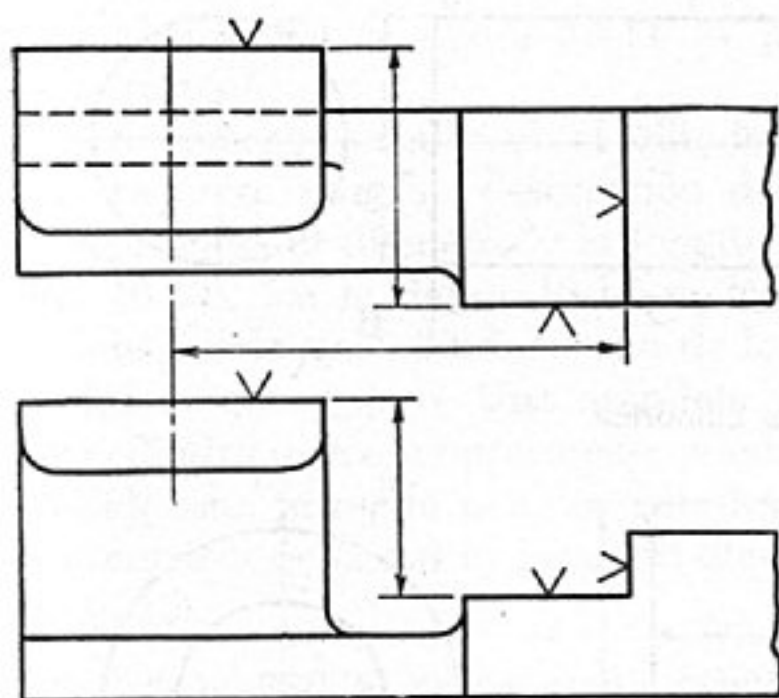


Fig. 10-18 Cotas de posición para prismas.

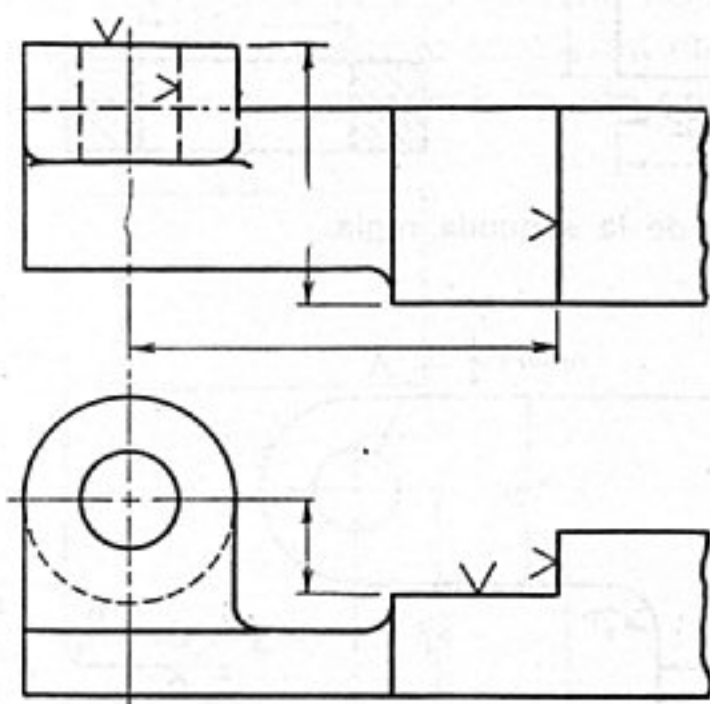


Fig. 10-19 Cotas de posición para prismas y cilindros.

en una sola vista (fig. 10-17). Las dimensiones de la pirámide rectangular u otras pirámides requieren cotas en dos vistas.

10-13 Cotas de posición o referencia.

Como ya se ha dicho, sirven para determinar las posiciones relativas de las partes que componen una pieza, máquina, edificio, puente y otras construcciones. Tales cotas sirven también para situar agujeros, caras y otros elementos. Debe estudiarse siempre la correlación entre las diversas caras y ejes de un cuerpo, a fin de obtener una mayor exactitud en las posiciones relativas. En general, es indispensable un conocimiento adecuado de las técnicas de construcción, montaje y función de las piezas para poder determinar las cotas que definen un conjunto. Los ejes de simetría y las superficies mecanizadas son elementos de referencia ideales. Vamos a dar dos primeras reglas como base para la correcta indicación de las cotas de posición.

REGLA: Las formas prismáticas se sitúan determinando la posición de sus ejes de simetría y de sus caras (fig. 10-18). Se requieren tres dimensiones.

REGLA: Las formas cilíndricas se sitúan determinando la posición de su eje y de su base (fig. 10-19). Se requieren tres dimensiones.

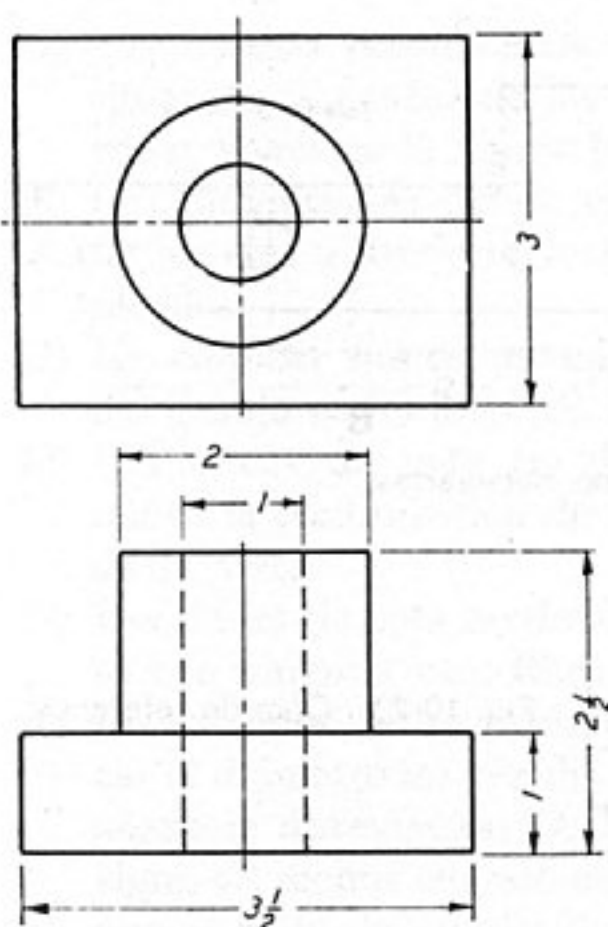


Fig. 10-20 Combinación de formas planas y cilíndricas.

En las figuras 10-20 y 10-21 se muestran combinaciones de prismas y cilindros. En las figuras 10-21 y 10-22 las cotas que llevan una L son cotas de posición. Las cotas de dimensión llevan una S en la figura 10-22.

10.14 Reglas generales. Al acotar los dibujos conviene seguir ciertas prácticas. Algunas de éstas son de una aplicación tan generalizada que pueden darse como reglas:

- 1) Las cotas deben espaciarse entre sí unos $\frac{3}{8}$ " (≈ 10 mm), $\frac{1}{2}$ " (≈ 12 milímetros) de la línea de contorno.
- 2) En el «sistema alineado» las cifras que indican las dimensiones deben leerse siempre con el dibujo en posición normal o desde el borde derecho del mismo.
- 3) En el «sistema unidireccional» las cifras que indican las dimensiones deben leerse siempre con el dibujo en posición normal.
- 4) En el dibujo de maquinaria, las dimensiones menores de 72" deben

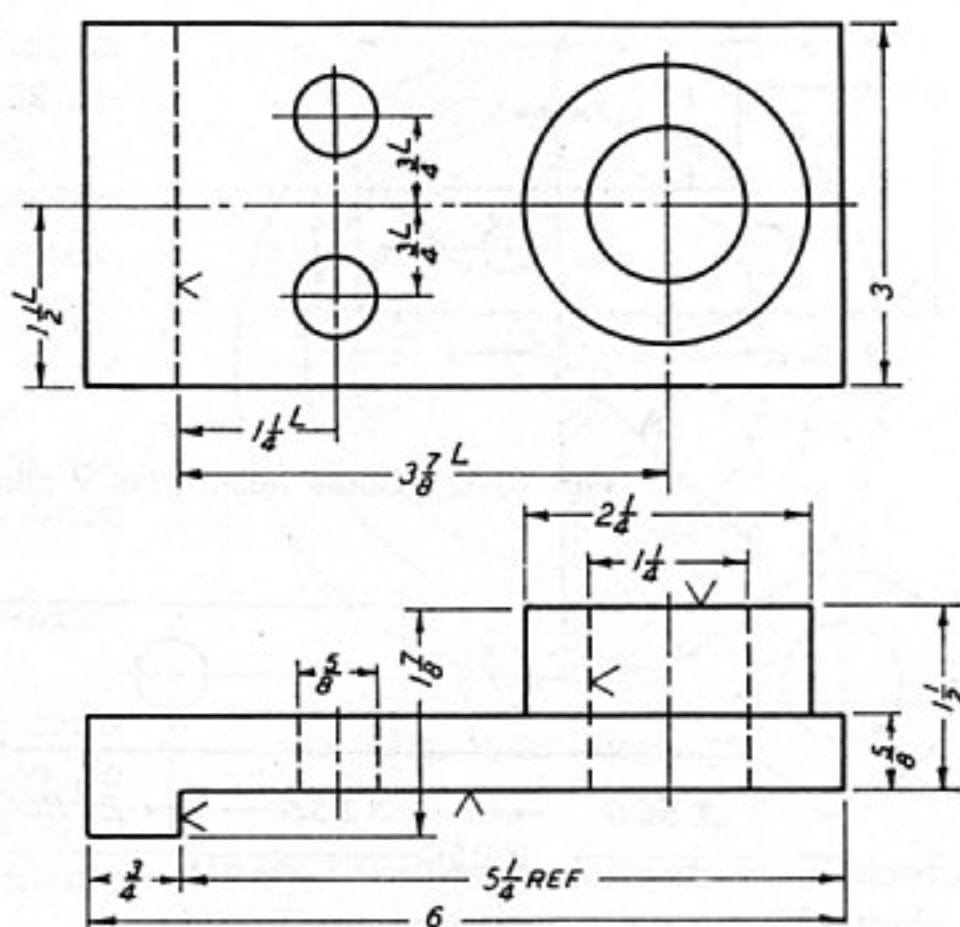


Fig. 10-21 Combinación de formas planas y cilíndricas.

darse en pulgadas. Por encima de este valor se emplearán generalmente pies y pulgadas, excepto en los dibujos de engranajes, taladros de cilindros, separaciones de ruedas, etc. En Aeronáutica y Automovilismo se emplean las pulgadas.

- 5) Cuando todas las dimensiones vienen en pulgadas es preferible omitir el signo (").
- 6) En dibujos arquitectónicos, las dimensiones de 12 pulg. o mayores se darán en pies y pulgadas.
- 7) Los dibujos para corte de chapas se acotan generalmente sólo en pulgadas.
- 8) Los muebles y pequeñas construcciones de madera se acotan también en pulgadas.
- 9) Una medida en pies y pulgadas se designa así: 7' — 3" o bien 7 ft. 3 in. Cuando la dimensión corresponde a un número exacto de pies, se indica así: 7' — 0".
- 10) La misma cota no debe repetirse en vistas distintas, a menos que

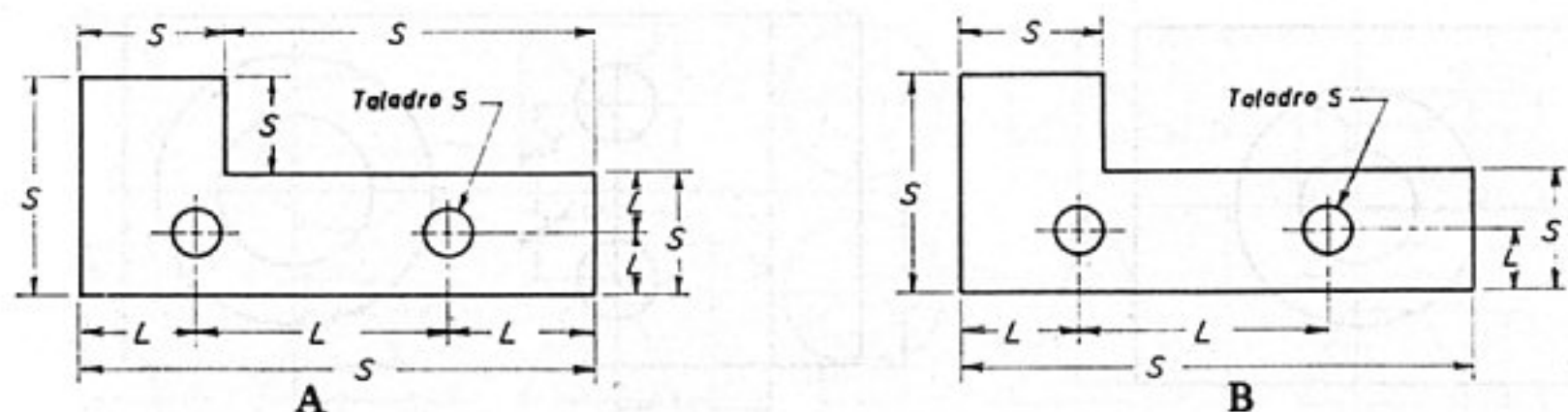


Fig. 10-22 Cotas necesarias y cotas no necesarias.

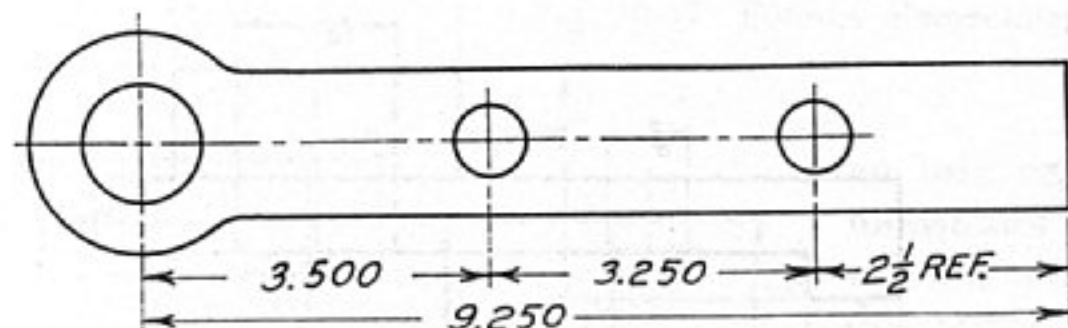


Fig. 10-23 Cota de referencia.

haya una razón especial para ello. En tal caso se indicará la abreviación «REF», después del valor, para indicar que la cota se da como *referencia*.

- 11) No deben darse las cotas que no son necesarias para fabricar la pieza. Esto es especialmente importante en la fabricación de piezas intercambiables, en que se aplican límites de tolerancias (véase párrafo 10-16). La figura 10-22, en A, presenta algunas cotas «no necesarias», que se han omitido en B.
- 12) Las dimensiones totales deben situarse por fuera de las parciales

(figs. 10-22 y 10-23). Si se da la dimensión total, habrá que omitir una de las parciales (fig. 10-22, en B), a menos que sea necesaria como referencia, en cuyo caso se indicará añadiendo la abreviación «REF», a continuación de la cota, como en la figura 10-23.

- 13) En partes cuyos extremos son circunferencias, se da la cota entre centros, en vez de la dimensión total (fig. 10-24).
- 14) Cuando hay que poner una cota dentro de un área seccionada, el rayado debe interrumpirse en la cifra (fig. 10-25).

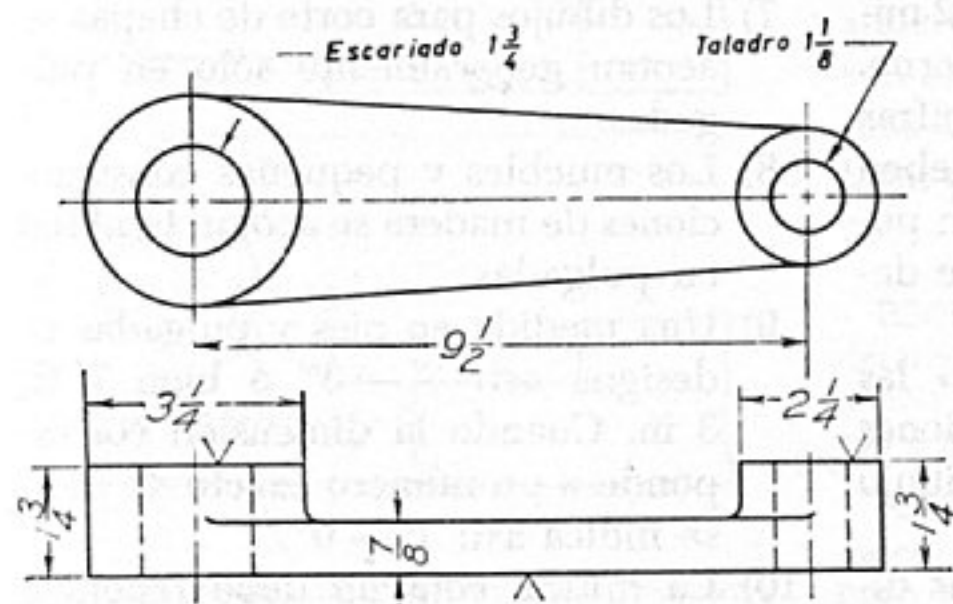


Fig. 10-24 Cota entre centros.

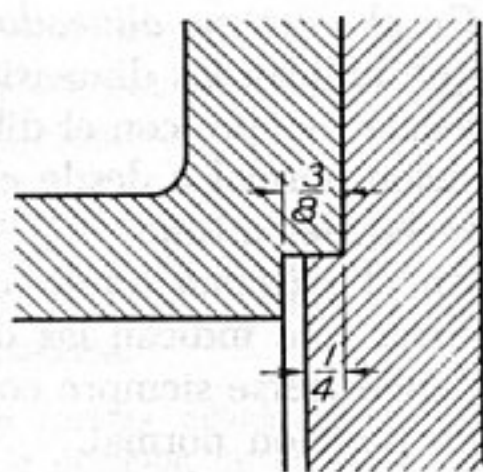


Fig. 10-25 Regla 14.

- 15) Las normas recomiendan evitar el situar cotas dentro de las áreas rayadas como en la figura 10-26.
- 16) Las dimensiones deben darse desde los ejes o desde las caras mecanizadas.
- 17) No emplear nunca un eje o línea del dibujo como línea de cota.
- 18) Las líneas de cota no deben ser nunca la continuación de una línea de la vista.
- 19) Las líneas de cota no deben cortarse con ninguna otra línea.
- 20) En los círculos es preferible indicar el diámetro en vez del radio. Se añade la abreviación *D*, *DIA*, o el signo ϕ , menos cuando es evidente que se trata de un círculo.
- 21) El radio de un arco se dará siempre con la abreviación *R* después de la dimensión.
- 22) En general hay que situar las cotas fuera de las vistas; con preferencia entre dos de ellas. Véase fig. 10-28.

10.15 Fracciones decimales. En muchos casos las dimensiones se dan en pies, pulgadas y fracciones de pulgada. Ordinariamente son fracciones por mitades sucesivas: $\frac{1}{2}$ ", $\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{8}$ ", $\frac{1}{16}$ ", $\frac{1}{32}$ ", $\frac{1}{64}$ ". Para partes que deben ajustar muy exactamente, las dimensiones se dan con valores decimales y el operario debe trabajar dentro de ciertos límites de tolerancia especificados. Tales dimensiones se usan entre caras mecanizadas, ejes y otros puntos que deben conservar una relación bien definida. El sistema básico decimal emplea dos cifras decimales. Las dos cifras que siguen al punto decimal (en Norteamérica se emplea el punto en vez de la coma para separar las cifras decimales) indican el número de centésimas. Naturalmente, cuando se quiere afinar más se pueden emplear tres, cuatro o hasta cinco cifras decimales.

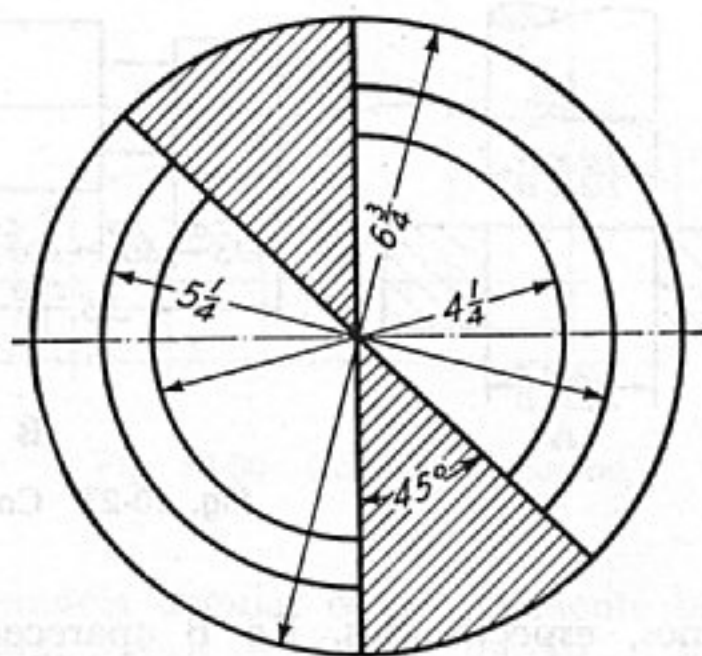


Fig. 10-26 Regla 15.

10.16 Límites de tolerancia. Cuando las piezas han de tener unas dimensiones muy justas, las medidas se dan en decimales en vez de fracciones ordinarias. Para comprobar la exactitud se emplean palmers o micrómetros (figura 10-37) y varias clases de calibres y aparatos de medida (fig. 10-1).

Como es imposible conseguir la dimensión absolutamente exacta, el operario debe trabajar dentro de unos límites de exactitud especificados. El número de centésimas, milésimas o diezmilésimas de pulgada que se admiten como desviación de la medida absoluta se llama tolerancia. La tolerancia se indica con una nota en el dibujo o en alguna casilla del cajetín del título. Por ejemplo: «Tolerancia $\pm 0,01$, si no se especifica otra cosa». Para indicar el grado de exactitud necesaria se indican los límites de la medida, o valores máximo y mínimo admisibles. Ello se ilustra en A, figura 10-27. Obsérvese que el límite máximo se pone encima de la línea de cota para el eje (dimensión exterior), mientras que para el agujero el límite mínimo es el que va arriba.

En B y en C (fig. 10-27) se dan los valores básicos o valores nominales y los límites de tolerancia, en más o en

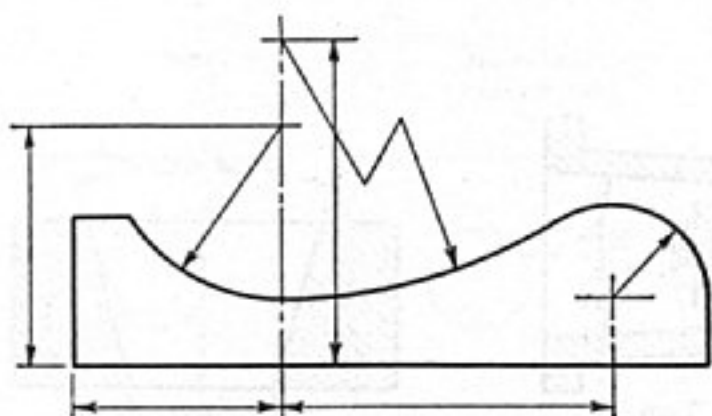


Fig. 10-29 Cotas para curvas.

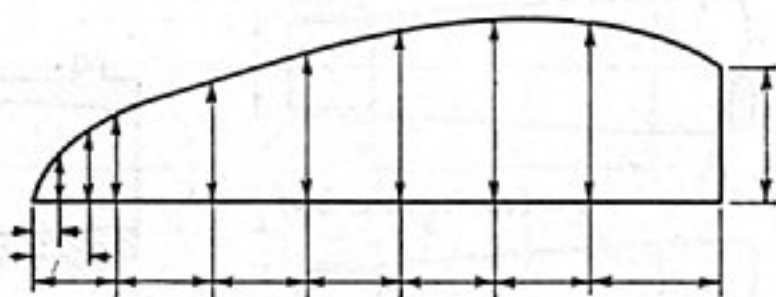


Fig. 10-30 Cotas para curvas.

des, mecanización, forja, soldadura, etc. En la mayoría de los casos son esenciales tales conocimientos. También importa considerar si hay que fabricar una sola pieza o se trata de una fabricación en serie. Además, se encuentran en el comercio, identificadas por el nombre o marca, algunas piezas de uso corriente que requieren pocas o ninguna cota. Algunas empresas tienen sus propias piezas estandarizadas comunes a diferentes máquinas o construcciones, especialmente dimensionadas según su función y métodos de producción propios de la empresa.

Existen ciertos detalles normalizados para los cuales vamos a indicar, especialmente, la manera de dimensionarlos.

10.18 Curvas. Pueden definirse por medio de radios que parten de los centros como en la figura 10-29, o como en la figura 10-30. Otras veces, indicando su nombre y dando las especificaciones necesarias para definirla.

10.19 Ángulos ordinarios. Se dimensionan como en la figura 10-7. La to-

lerancia angular es generalmente bilateral, como $\pm 1/2^\circ$, en grados, o bien $\pm 0^\circ 20'$, en minutos, etc. Las medidas angulares en dibujos de estructuras se dan por medio del incremento en altura para un valor de 12" del lado mayor del triángulo (fig. 10-31, en A). De una forma similar se miden los taludes, como en B y C, haciendo uno de los lados del triángulo igual a 1.

10.20 Conos. Se especifican dando un diámetro, la longitud y el número del cono normalizado, como en la figura 10-32, en A. En B se indica otro método, en que se da la longitud, un diámetro y la inclinación de la parte cónica. En el cono de ajuste mostrado en C el diámetro se da en una determinada sección. En D se da un diámetro y el ángulo.

10.21 Chaflanes. En la figura 10-33, en A, está expuesto el sistema normal para acotar *chaflanes* (biseles); en B se indica otra forma más precisa de acotarlos.

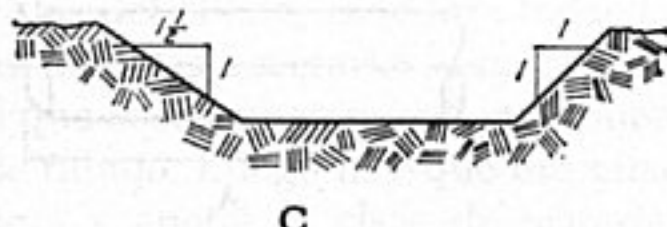
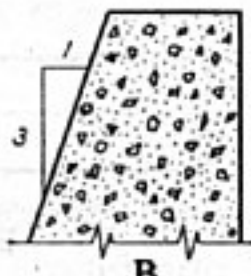
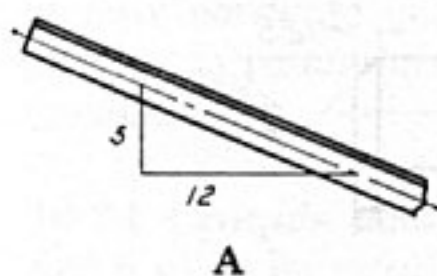


Fig. 10-31 Pendientes.

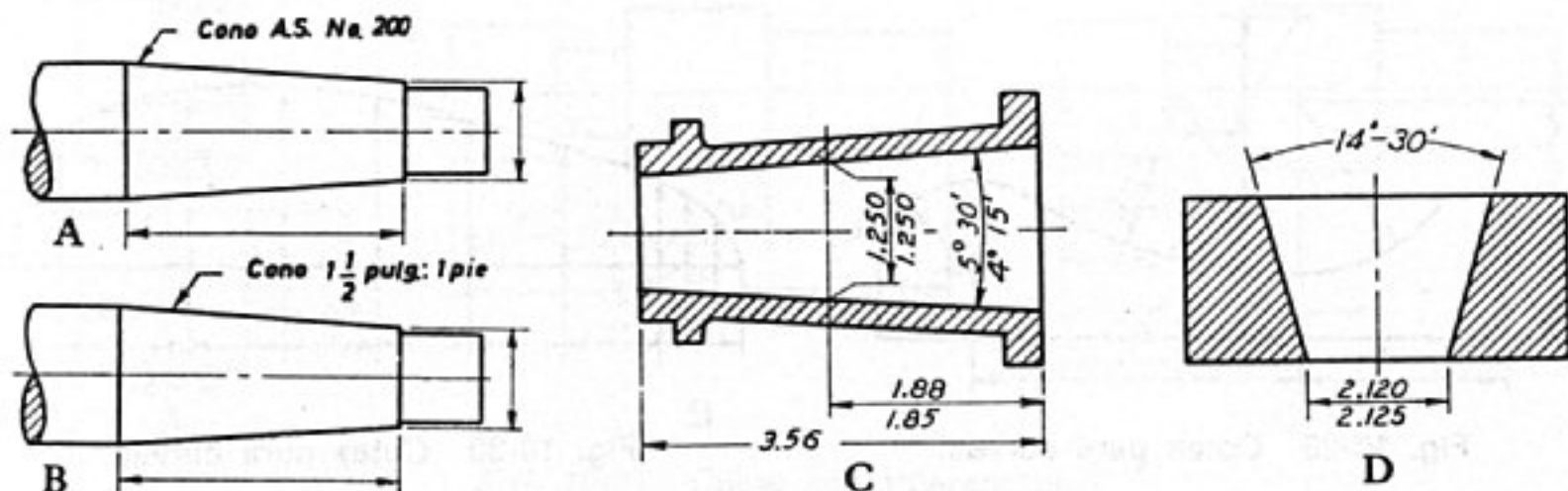


Fig. 10-32 Conos.

10-22 Anotaciones. La forma de anotar las dimensiones y operaciones en algunos casos se indica en la figura 10-34. En A, se hace referencia a un agujero *taladrado*; en B un agujero *taladrado y escariado*; en C y D se indica un *avellanado cilíndrico* y en E un *avellanado cónico* para un tornillo de cabeza plana del N.º 24; en F, G y H otros ejemplos de avellanado. En I, J de la misma figura 10-34 se indican otras operaciones de mecanización.

Cuando hay que taladrar un agujero en una pieza una vez ensamblada con su pieza hermana, la nota deberá redactarse tal como se ha indicado antes, pero añadiendo las palabras «después del ensamble». Puesto que tal agujero se centra en el momento del ensamble con la pieza correspondiente, no hay que dar cotas de posición.

10-23 Acotado de conjuntos. Al dibujo de una pieza por separado se le llama *dibujo de despiece*. Si el dibujo

hace referencia a un conjunto de piezas dibujadas en sus posiciones relativas respectivas, para formar un todo determinado (máquina o estructura), constituye un *dibujo de conjunto*. Las reglas y métodos expuestos también sirven para esta última clase de dibujos.

Estos dibujos de conjunto, ya se refieran a máquinas, a muebles, etc., se hacen con distintos fines, y, por lo tanto, su acotado debe responder a los mismos. Si, por ejemplo, su único fin es mostrar simplemente la disposición de las distintas piezas, se omiten las cotas. Si se quiere dar idea del volumen o espacio ocupado, deberán darse únicamente las cotas generales exteriores. En otros casos interesará fijar la correlación entre distintas piezas, sin entrar en detalles de sus dimensiones: para ello se recurre, generalmente, a dar distancias entre ejes de simetría, y las dimensiones necesarias para montar la máquina o construcción o ponerla en posición. Por último, también puede

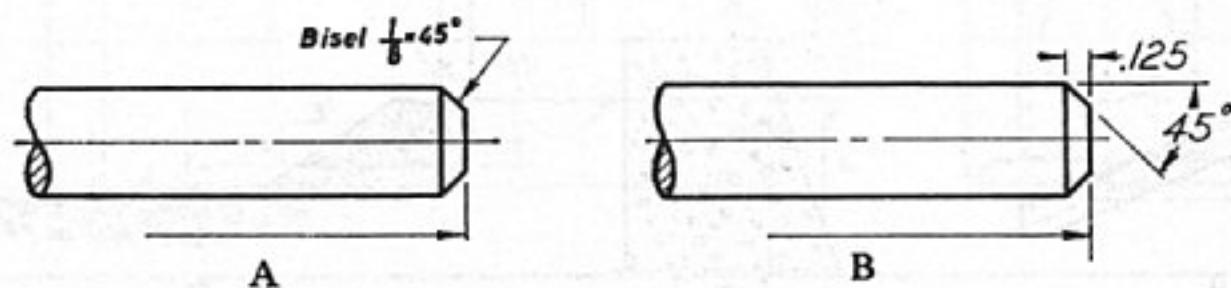
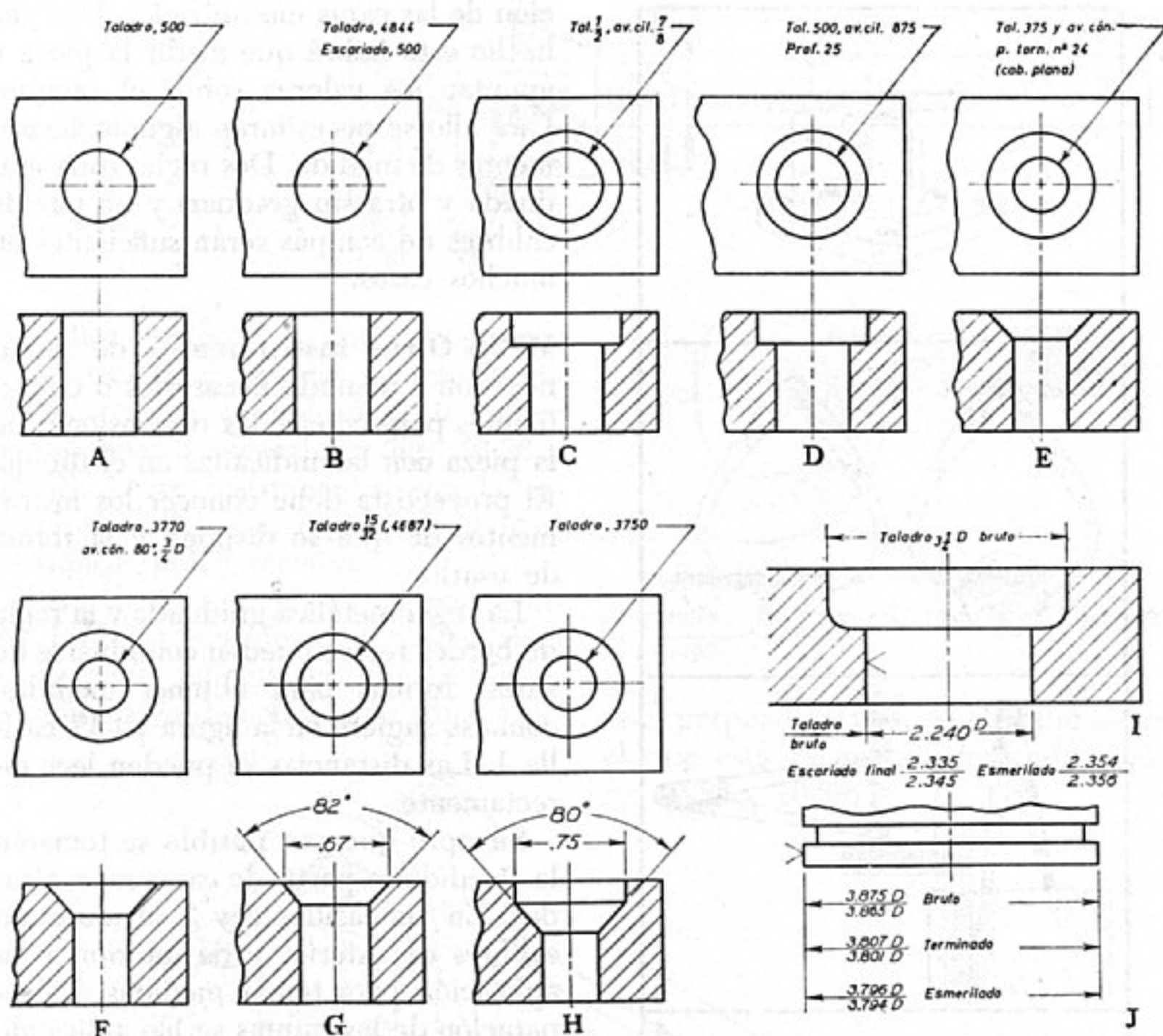


Fig. 10-33 Chaflanes.



interesar dar, en un solo dibujo, toda la información necesaria para determinar hasta los detalles, como en la figura 13-5. Tales dibujos son a la vez de detalle y conjunto.

En el dibujo de muebles y trabajos de carpintería, es costumbre dar las dimensiones generales, dejando a criterio del carpintero los detalles. Este método es muy corriente cuando la mecanización y la estandarización sean muy completas.

10-24 Croquis acotados. En el capítulo 6 ya se ha estudiado el croquizado como medio de describir formas. Sin

embargo, cuando se croquiza para dibujar luego en «limpio» es necesario acotar estos esquemas, para que den la mayor información posible del cuerpo croquizado: sus dimensiones, el material de que está constituido, el acabado de sus superficies, sus tolerancias, etc.

10-25 El proceso a seguir es el siguiente: Una vez hecho el croquis de las vistas del objeto, añádanse todas las líneas de cotas necesarias, exactamente igual que si se trabajara con instrumentos de dibujo. Luego hay que examinar la pieza y anotar la clase de material, junto con los grados de acabado y posi-

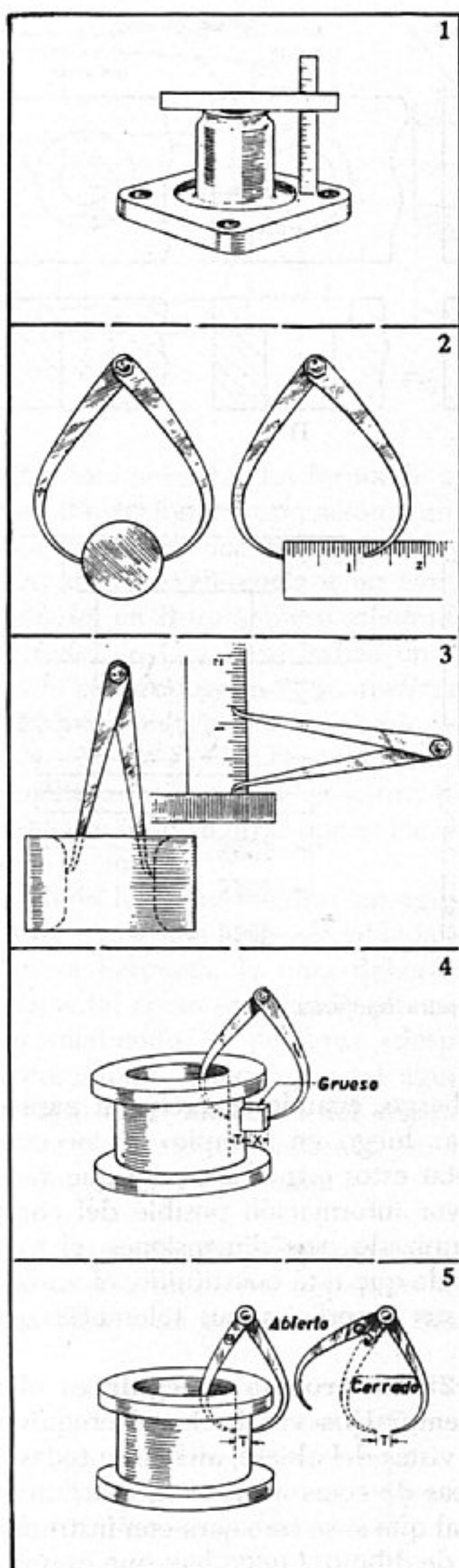


Fig. 10-35 Toma de medidas.

ción de las caras mecanizadas. Una vez hecho esto habrá que medir la pieza y apuntar los valores sobre el croquis. Para ello se necesitarán algunos instrumentos de medida. Dos reglas (una graduada y otra sin graduar) y un par de calibres de compás serán suficientes en muchos casos.

10.26 Otros instrumentos de mecánico son a menudo necesarios o convenientes para cotejar las dimensiones de la pieza con las indicadas en el dibujo. El proyectista debe conocer los instrumentos de que se dispone y la forma de usarlos.

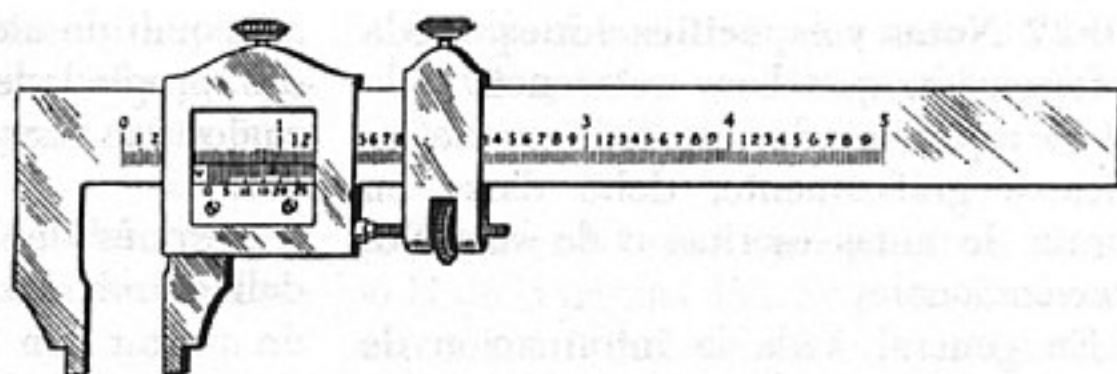
La regla metálica graduada y la regla de bordes rectos pueden combinarse de varias formas para obtener medidas, como se sugiere en la figura 10-35, casilla 1. Las distancias se pueden leer directamente.

Siempre que sea posible se tomarán las medidas a partir de caras mecanizadas. En las casillas 2 y 3 se muestran calibres de exterior y de interior, y su aplicación para tomar medidas. La separación de las puntas se lee aplicando el calibre sobre la regla graduada.

Cuando el calibre no puede salir para efectuar la lectura pueden emplearse gruesos adicionales calibrados (casilla 4); también sirven los compases de transferencia (casilla 5). En el primer caso hay que restar el valor X del grueso adicional, de la medida total, para obtener el espesor medido. Los compases de transferencia van provistos de una falsa pata dispuesta de manera que el compás se puede abrir para sacarlo y luego se puede cerrar a la misma posición para leer el valor del espesor.

Casi todas las medidas en carpintería pueden efectuarse con el metro de madera.

Para hacer mediciones extremadamente precisas se emplean métodos fo-



tográficos o eléctricos, que trabajan por contraste. Para medidas de una precisión corriente se emplean el pie de rey y el pálmer o micrómetro (figs. 10-36 y 10-37). Otros instrumentos son la escuadra, la falsa escuadra, las galgas, el transportador, etcétera.

Para acotar un dibujo en perspectiva, la única consideración adicional es la de poner cuidado en que las líneas de limitación de cotas estén situadas, o

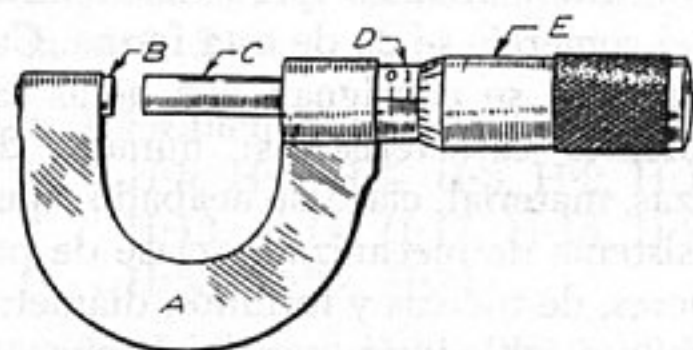


Fig. 10-37 Micrómetro o p lmer.

A. Puente. - B. Tope. - C. Husillo. - D. Escala.
E. Mango.

sean perpendiculares, en el plano sobre el que está la medida indicada (figuras 10-38 y 10-39).

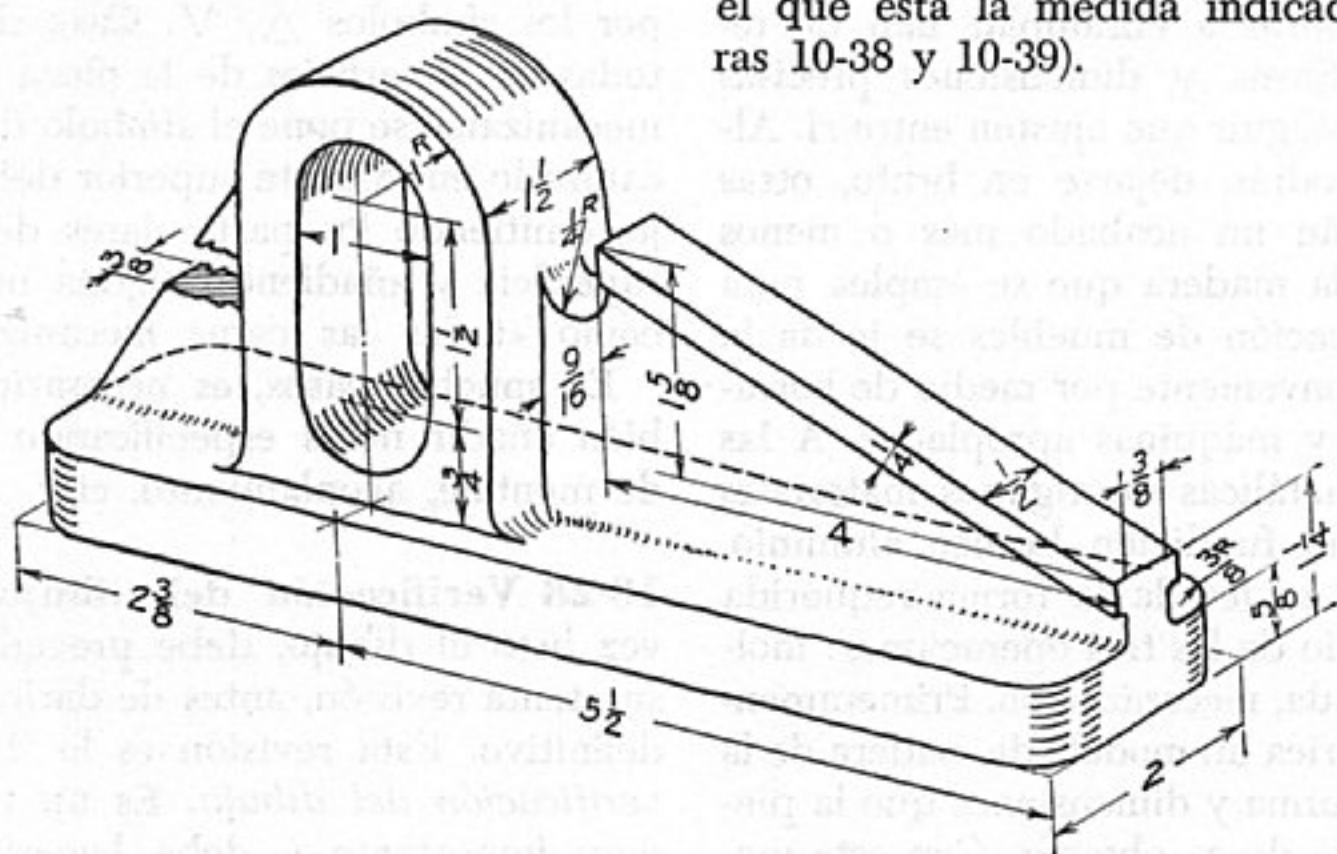


Fig. 10-38 Acotación de un dibujo en perspectiva.

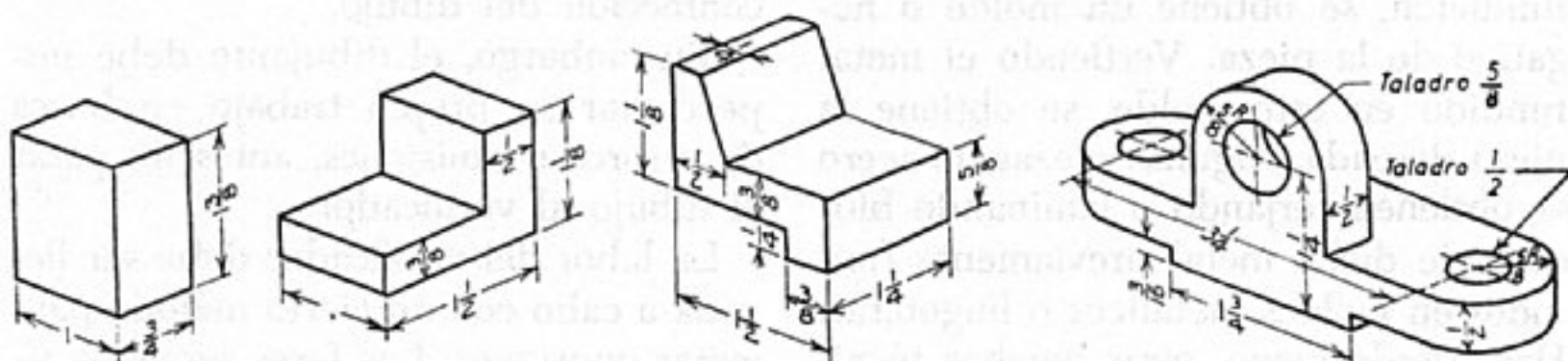


Fig. 10-39 Acotación de los dibujos en perspectiva.

10-27 Notas y especificaciones. Toda información que hace referencia a la pieza representada y que no puede indicarse gráficamente, debe darse en forma de notas escritas o de símbolos convencionales.

En general, toda la información de piezas estandarizadas que se encuentran en el comercio se da de esta forma. Comúnmente se consignan con notas las siguientes características: número de piezas, material, clase de acabado, ajuste, sistema de mecanizado, clase de pasadores, de tuercas y tornillos, diámetro de hilo o cable y gruesos de chapas.

Como materiales más corrientes se encuentran la madera, la fundición, el hierro forjado, el acero, el bronce, el aluminio y otras aleaciones, así como las materias plásticas.

Las piezas a ensamblar han de tener la forma y dimensiones precisas para conseguir que ajusten entre sí. Algunas podrán dejarse en bruto, otras requerirán un acabado más o menos fino. A la madera que se emplea para la fabricación de muebles se le da la forma conveniente por medio de herramientas y máquinas apropiadas. A las piezas metálicas de algunos materiales tales como fundición, bronce, aluminio, etcétera, se les da la forma requerida por medio de las tres operaciones: moldeo, colada, mecanización. Primeramente se fabrica un modelo de madera de la misma forma y dimensiones que la pieza que se desea obtener. Con este modelo de madera, recubierto de arena de fundición, se obtiene un molde o negativo de la pieza. Vertiendo el metal fundido en este molde, se obtiene la pieza deseada. Algunas piezas de acero se obtienen forjando o laminando bloques de dicho metal previamente fundidos en moldes metálicos o lingoteras. Hay, desde luego, otras muchas técnicas de obtención de piezas metálicas,

así como de aleaciones con determinadas propiedades, la exposición de las cuales cae fuera de los límites de esta obra.

Después de la colada o del forjado deben «mecanizarse» las caras que han de ajustar con las de otras piezas. Las superficies redondas se mecanizan en el torno o bien en la mandriladora, según se trate de cilindros exteriores o interiores; las superficies planas se mecanizarán en las planeadoras, limadoras y fresadoras. Las taladradoras y los tornos sirven para mecanizar agujeros.

Cuando una pieza ha de sufrir alguna operación de mecanizado debe dejarse exceso de material en las superficies que hayan de ser sometidas a tal proceso. Ya se ha dicho que todas estas superficies a mecanizar se indican por los símbolos Δ , ∇ . Caso de que todas las superficies de la pieza deban mecanizarse se pone el símbolo del mecanizado en la parte superior del dibujo, omitiendo los particulares de cada superficie y añadiendo alguna nota tal como «todas las caras mecanizadas».

En muchos casos, es necesario también añadir notas especificando orden de montaje, acoplamiento, etc.

10-28 Verificación del dibujo. Una vez listo el dibujo, debe procederse a su atenta revisión, antes de darlo como definitivo. Esta revisión es la llamada *verificación del dibujo*. Es un trabajo muy importante y debe hacerlo una persona que no haya intervenido en la confección del dibujo.

Sin embargo, el dibujante debe inspeccionar su propio trabajo en busca de errores u omisiones, antes de pasar el dibujo al verificador.

La labor del verificador debe ser llevada a cabo con un cierto método para evitar omisiones. Las fases serán las siguientes:

- 1) Comprobar si las vistas dibujadas representan la forma de cada pieza.
- 2) Comprobar si hay alguna vista innecesaria.
- 3) Comprobar si la escala del dibujo permite apreciar con claridad todos los detalles.
- 4) Comprobar todas las dimensiones.
- 5) Comprobar si éstas son suficientes.
- 6) Comprobar si la clase de material y la cantidad de cada pieza están bien indicadas.
- 7) Comprobar si los grados de acabado son los adecuados, si están señaladas todas las superficies a mecanizar, y que no haya ninguna superficie no mecanizada con el signo de mecanizado.
- 8) Comprobar si todas las notas aclaratorias quedan perfectamente indicadas, y si hay las suficientes.

10-29 Problemas propuestos. Grupo H de la página 422. Se presentan dos series. La 1 incluye problemas básicos y, en general, más elementales que los de la serie 2.

SERIE 1 Problemas H·1, H·2, H·3, H·4, H·5, H·6, H·7, H·8, H·9, H·10, H·13, H·14, H·17, H·18, H·21, H·23, H·25, H·31

SERIE 2 Problemas H·11, H·12, H·15, H·16, H·19, H·20, H·22, H·24, H·26, H·27, H·28, H·29, H·30, H·32.

11 Técnica de acabado del dibujo

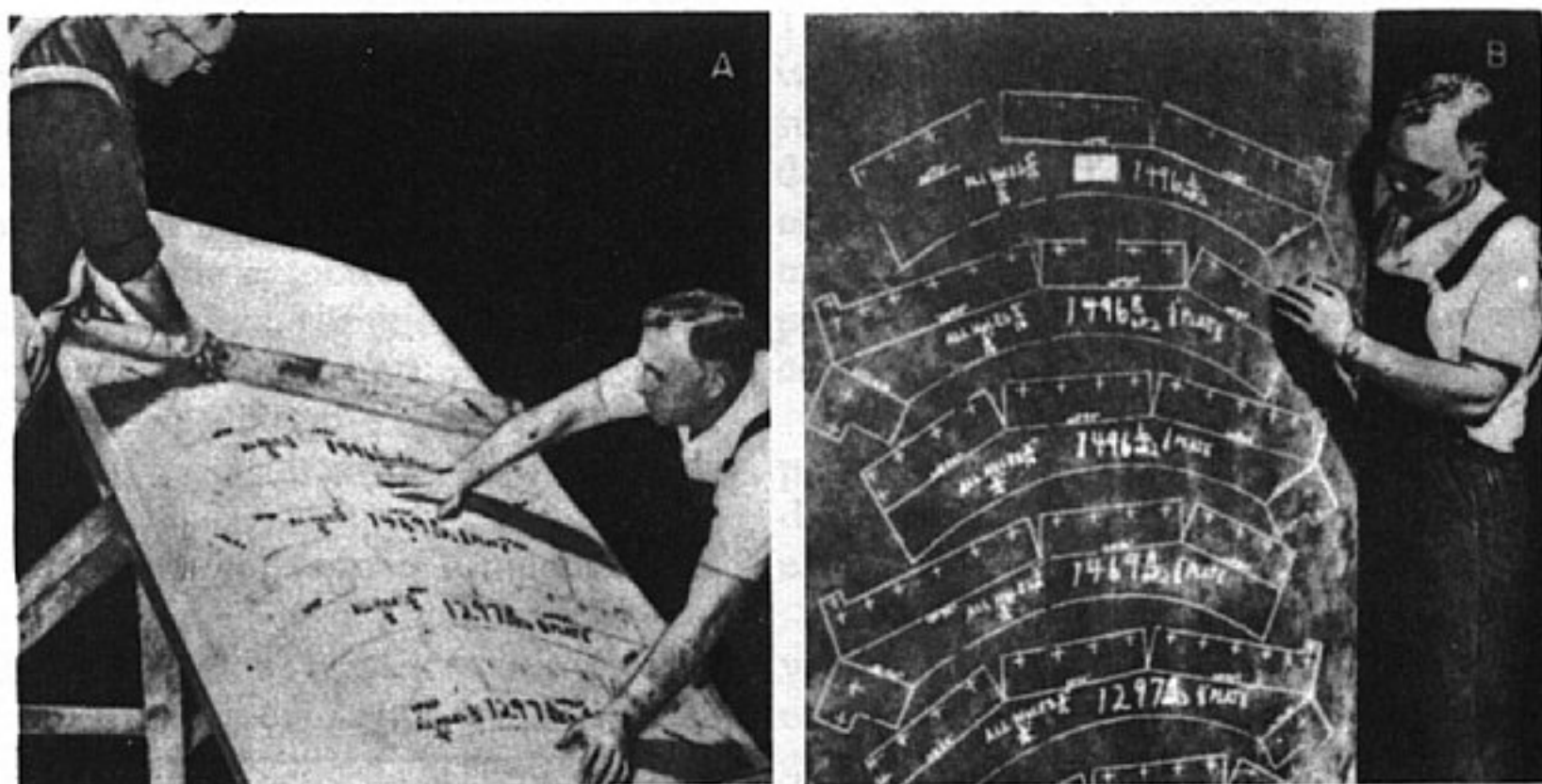
11.1 Dibujos para la industria. Se ha expuesto ya que en el lenguaje del dibujo se describe un objeto diciendo su forma y tamaño. Todos los dibujos, ya sean para máquinas, edificios, aeroplanos o automóviles, son hechos siguiendo los mismos principios.

Cuando se hacen comparaciones entre los dibujos de un principiante y un dibujo de *veterano*, suele ser con desventaja para el primero. El aspecto del acabado de un verdadero dibujo, cuando es hecho por un dibujante o ingeniero con práctica, se debe a un completo conocimiento del dibujo comercial. El

orden a seguir en el trabajo, junto con algunos de los procedimientos que normalmente siguen los dibujantes, se describen en este capítulo. Al estudiante deben serle completamente familiares estas prácticas, si sus dibujos han de tener el estilo y buena forma que son tan deseables y necesarios.

11.2 Un ejemplo de procedimiento de trabajo. Existen numerosas aplicaciones de la fotografía a la técnica del dibujo. Una de estas aplicaciones es el procedimiento que muestra la fig. 11-1, en la que puede verse por qué son im-

Fig. 11-1 El procedimiento Kodak Transfax. (Eastman Kodak Company.)



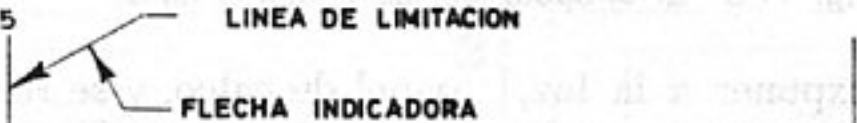
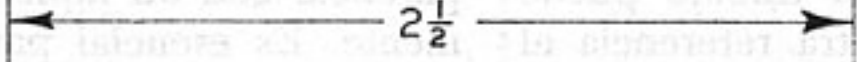
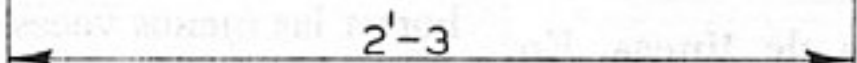
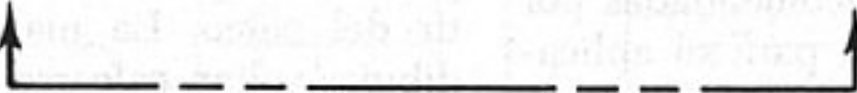
Línea visible	1	 GRUESA	El grosor puede variar de acuerdo con las proporciones del dibujo.
Línea oculta	2	 MEDIA	Trazos $\approx 1/8''$. Espacios $\approx 1/32''$.
Línea de sección	3	 DELGADA	Espaciado regular. Ver fig. 11-9.
Eje	4		Trazos largos $\approx 3/4''$ a $1\ 1/2''$. Trazos cortos $\approx 1/16''$.
Línea de limitación	5		Línea de limitación. Ver fig. 10-2.
Línea de cota	6		Interrumpida sólo en la cota. Puntas de flecha en los extremos.
Línea de cota	7		Cota sobre la línea continua (dibujos de ingeniería civil).
Línea para indicar vistas o secciones	8		Trazos largos $\approx 3/4''$ a $1\ 1/2''$. Trazos cortos $\approx 1/8''$. Espacios $\approx 1/16''$.
Línea para indicar vistas o secciones	9		Trazos iguales $\approx 1/4''$.
Línea de interrupción o rotura	10		Línea a mano alzada para interrupciones pequeñas.
Línea de interrupción o rotura	11		Líneas con regla y zigzags a mano para grandes interrupciones.
Línea oculta	12		Trazos largos $\approx 3/4''$ a $1\ 1/2''$. Trazos cortos $\approx 1/8''$. Espacios $\approx 1/16''$. Para posiciones diferentes, detalles repetidos, etc.

Fig. 11-2 El alfabeto de las líneas a tinta.

portantes los dibujos precisos, así como las técnicas esmeradas de dibujo.

Dicho procedimiento, Kodak Transfax, emplea una disolución sensible a la luz que puede ser aplicada a superficies mediante un pulverizador de pistola. Usando esta solución, los técnicos pueden imprimir dibujos, proyectos, esquemas de conexiones e indicadores de instrumentos directamente sobre metales, plásticos, o casi todos los materiales blandos o semiporosos.

Si se precisa una buena adhesión en el material base se le puede dar una capa de laca que seque rápidamente. Entonces se le aplica Transfax a la superficie. Una vez seca, se pone en contacto con ella el negativo de una película fotográfica de gran contraste, como indica la figura 11-1 A, y entonces es expuesta a la luz. Luego se revela para producir la copia (fig. 11-1 B). Si se incluyen instrucciones completas de fabricación en el dibujo, al poner la pe-

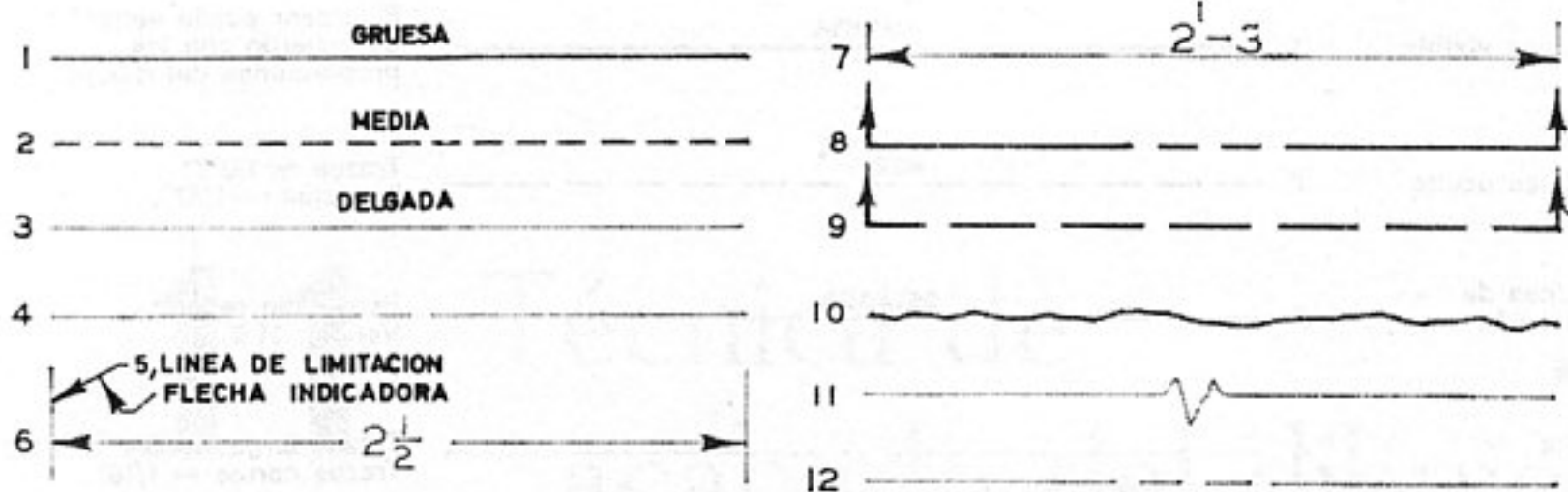


Fig. 11-3 El alfabeto de las líneas a lápiz.

lícula en contacto y exponer a la luz, son reproducidas, y el trabajo puede hacerse sin ninguna otra referencia al dibujo.

11.3 Diferentes tipos de líneas. En la figura 11-2 se muestran los tipos de líneas normalizadas, recomendadas por la American Standards, para su aplicación en los dibujos. Cada tipo de línea tiene su significado y debe emplearse únicamente para dicho objeto. Los dibujos de detalle deberán tener las líneas de contorno bastante anchas (gruesas), las líneas de centros y de cotas delgadas, de forma que se logre un buen contraste y sea fácil a la lectura. Las líneas ocultas deberán tener un grosor medio, pues si todas las líneas tuvieran el mismo grosor, el dibujo carecería de relieve y sería difícil su lectura.

Las líneas mostradas son para dibujos a tinta y calcos. Para dibujos a lápiz, las líneas pueden guardar la misma proporción que las de tinta; en la figura 11-3 se numeran las líneas para que se correspondan con las de la figura 11-2.

11.4 Los dibujos de ingeniería son hechos generalmente sobre papel vegetal u otro material transparente. El proyecto original puede hacerse primero sobre papel corriente; después se coloca sobre el dibujo un papel vegetal o

papel de calco, y se redibuja por transparencia con un lápiz sostenido firmemente. Es esencial para ello un lápiz bien afilado, trabajar con limpieza y borrar las menos veces posibles. Impresiones heliográficas o cualquier otra reproducción pueden hacerse luego a partir del calco. La mayor parte de los dibujos solían calcarse a tinta en papel vegetal, pero ahora se usa el lápiz salvo en casos especiales o para dibujos que deban durar mucho tiempo.

11.5 Orden a seguir para pasar a lápiz. Una vez aprendida la manera de describir la forma y tamaño del dibujo, la cosa más importante para el joven dibujante es lograr una buena presentación. Un método sistemático de trabajo le ayudará a obtener los resultados deseados. El orden para hacer las diferentes partes del dibujo es lo primero a considerar. El dibujo se empieza por los ejes y las líneas básicas, como indica la casilla 1 de la figura 11-4. Éstas forman el esqueleto de las vistas.

Luego se dibujan las vistas según la casilla 2. Seguidamente se dibujan los arcos y se completan las vistas (casilla 3). Las vistas deben hacerse simultáneamente y nunca debe tratarse de acabar una vista completamente sin ir dibujando antes las otras. Finalmente, se añaden las líneas de cotas y las cotas tal como indica la casilla 4.

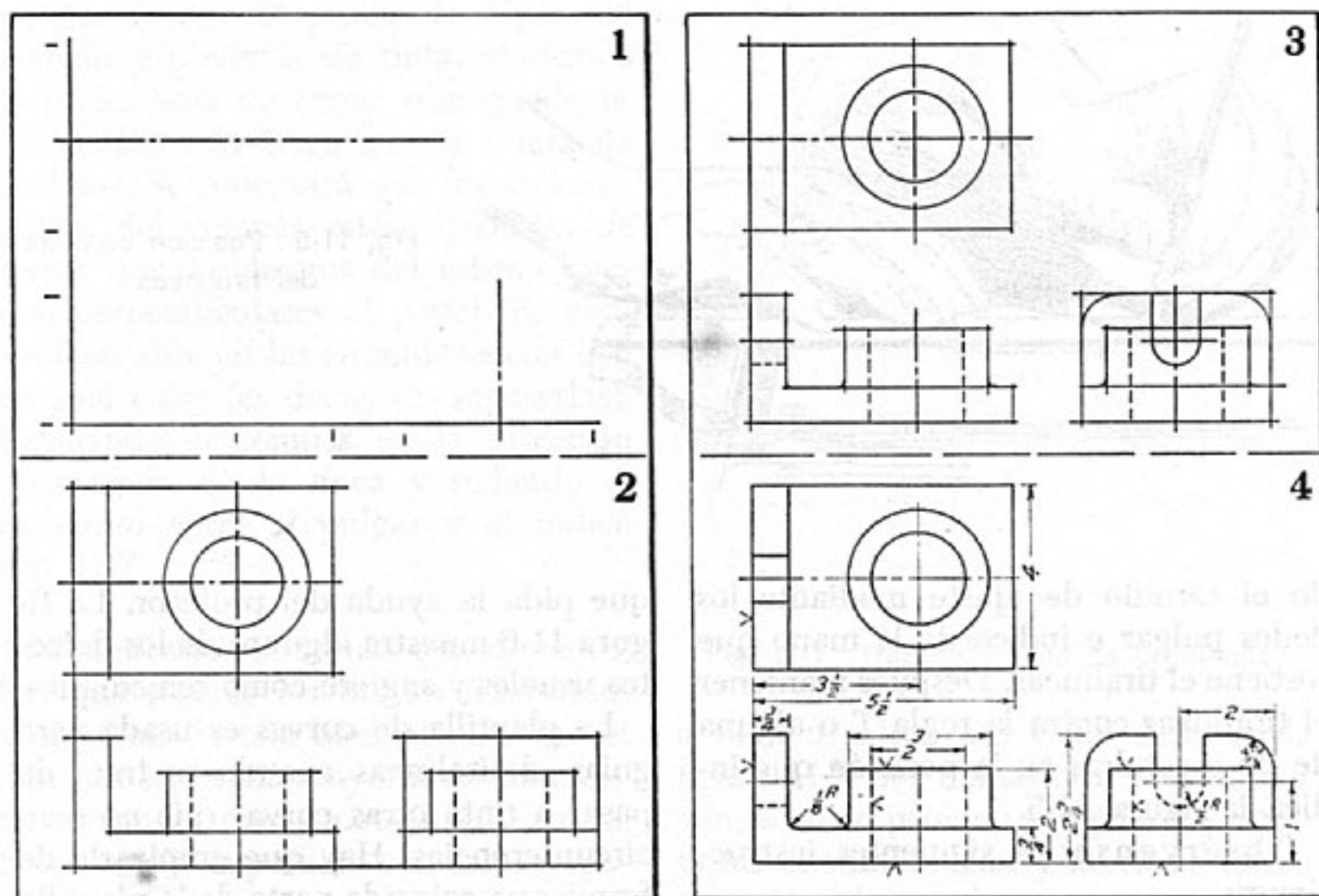


Fig. 11-4 Etapas del dibujo a lápiz.

Es bueno aprender el siguiente orden para pasar a lápiz, y seguirlo lo más fielmente posible en cada dibujo:

- 1) Prever la colocación de las vistas.
- 2) Determinar la escala con que se va a operar.
- 3) Delimitar la lámina según dimensiones y situar el espacio destinado al rótulo.
- 4) Dibujar los ejes y líneas básicas primarias.
- 5) Tomar las medidas principales
- 6) Situar las vistas dibujando las líneas preliminares y finales que las limitan.
- 7) Tomar las medidas de los detalles.
- 8) Dibujar los ejes de los detalles.
- 9) Dibujar todas las circunferencias completas y las líneas preliminares y finales de los detalles.
- 10) Dibujar las circunferencias no enteras y las esquinas redondeadas.

- 11) Dibujar las líneas que no se hayan dibujado anteriormente.
- 12) Poner todas las líneas de limitación y de cotas.
- 13) Poner las cotas y anotaciones.
- 14) Trazar las líneas de corte de todas las superficies seccionadas.
- 15) Rotular el cajetín.
- 16) Comprobar minuciosamente el dibujo.

11.6 Pasar a tinta y calco. El procedimiento para pasar a tinta es el mismo sea calcando sea pasando a tinta el dibujo original hecho a lápiz.

Todas las líneas rectas se pasan a tinta con el tiralíneas. Sostener el tiralíneas con la punta hacia abajo e introducir la boquilla del tapón del tintero entre las dos hojas del tiralíneas y hacer que las toque. La separación entre las dos puntas del tiralíneas para obtener el ancho de línea deseado se regula giran-

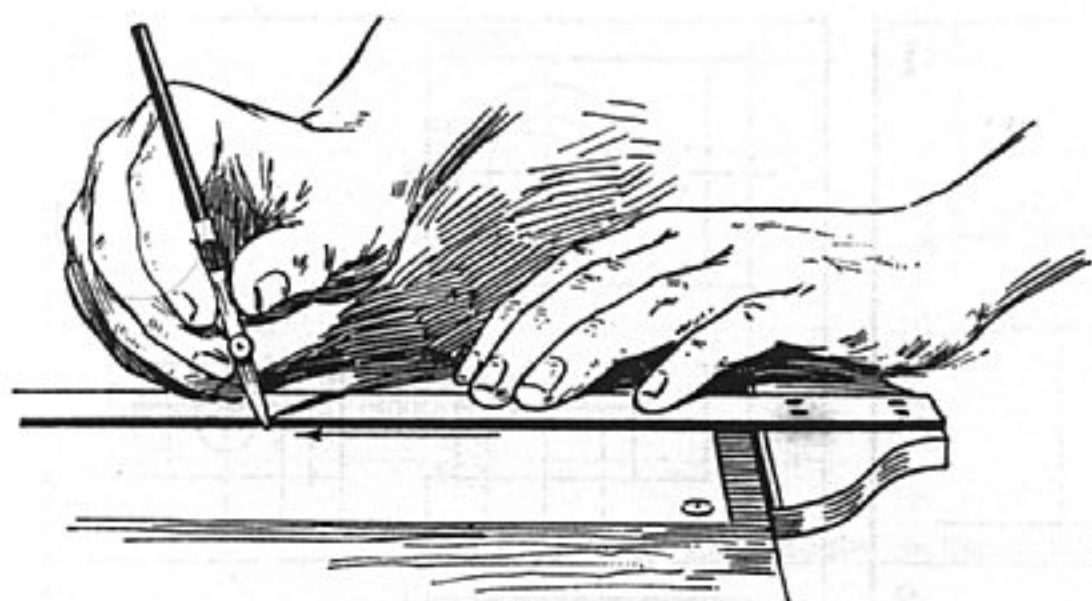


Fig. 11-5 Posición correcta del tiralíneas.

do el tornillo de ajuste mediante los dedos pulgar e índice de la mano que sostiene el tiralíneas. Después mantener el tiralíneas contra la regla T o alguna de las escuadras en la posición que indica la figura 11-5.

Obsérvense las siguientes instrucciones:

- 1) No debe tenerse el tiralíneas sobre el dibujo mientras se carga.
- 2) Mantener ambas hojas del tiralíneas paralelas a la dirección de la línea.
- 3) No apretar mucho las puntas contra la regla T.
- 4) No juntar demasiado las puntas con el tornillo de ajuste.
- 5) Tener un trapito sin hilachas para secar y limpiar el tiralíneas.
- 6) Mantener el tiralíneas limpio enjugándolo a menudo con el trapo. Enjugarlo cuidadosamente siempre después de cada uso.
- 7) No sumergir nunca el tiralíneas en el tintero, ni permitir que la tinta se salga fuera de las hojas.
- 8) No poner demasiada tinta en la pluma. Generalmente de 6 a 8 mm es suficiente.

Las líneas defectuosas provienen de diferentes causas. Puede que el tiralíneas precise una rectificación o afilado. El principiante no tratará de arreglárselo solo, sino que es muy conveniente

que pida la ayuda del profesor. La figura 11-6 muestra algunos de los defectos usuales y sugiere cómo remediarlos.

La plantilla de curvas es usada para guiar el tiralíneas cuando se trata de pasar a tinta otras curvas que no sean circunferencias. Hay que emplearla de forma que coincida parte de la plantilla con parte de la curva a dibujar. Entonces una vez dibujada se mueve la plantilla hacia otra posición, de forma que enlace con el trozo anterior y al mismo tiempo coincida con un nuevo trozo de curva, y así sucesivamente hasta completar la misma.

Para pasar a tinta circunferencias y arcos, se emplea el compás o la bi-

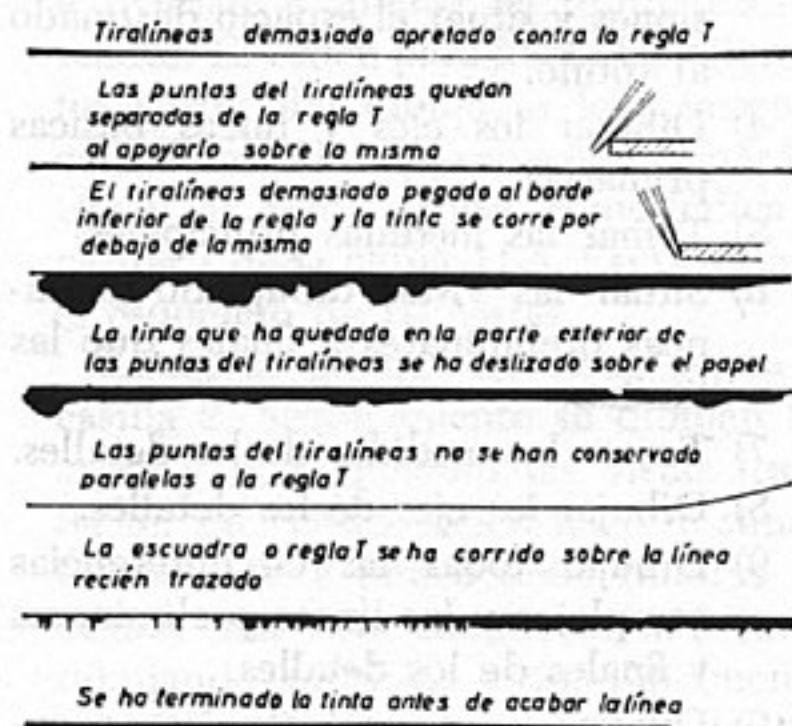


Fig. 11-6 Líneas defectuosas.

gotera. Quitar la punta de lápiz del compás y poner la de tinta, ajustando la punta seca de forma que quede ligeramente más larga que la punta de entintar. Se procurará que las articulaciones del compás estén ajustadas de forma que los brazos del mismo queden perpendiculares al papel. Es conveniente dibujar las circunferencias con un solo trazo (es decir, sin repasarlas), inclinando el compás en la dirección de trazado de la línea y rodando el manguito entre el pulgar y el índice (fig. 11-7).

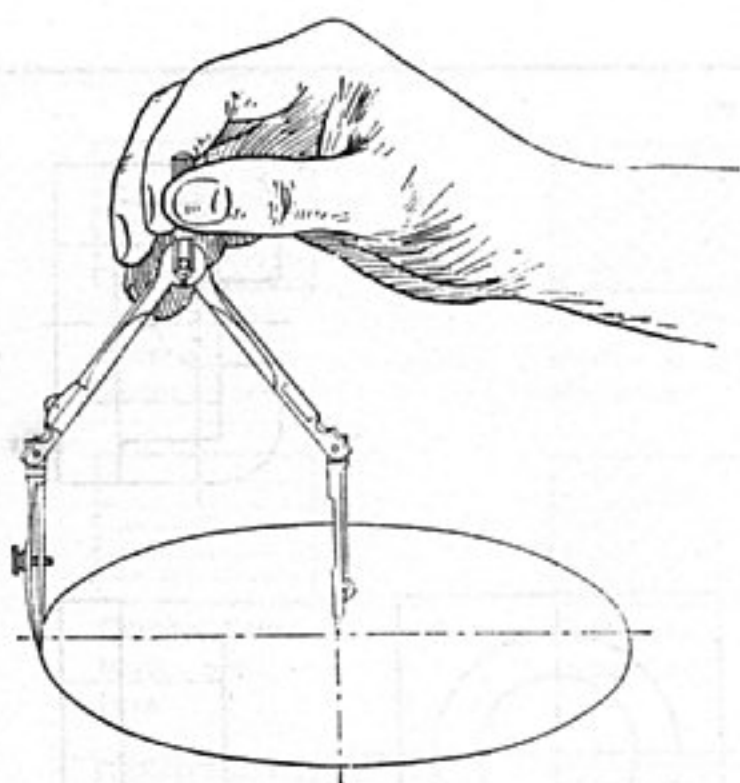


Fig. 11-7 Trazado a tinta de un círculo.

11.7 Calcado. Si se usa tela de calco, hay que separar los bordes inservibles y mantener la tela bien plana sobre el dibujo a lápiz. La mayoría de dibujantes sitúan la parte mate hacia arriba. Empolvar la superficie con talco y pasar un trapo suave por encima para quitar cualquier rastro de grasa, a fin de que la tinta coja bien. Asegurarse de que se quita todo el talco antes de empezar a pasar a tinta. Si se pasa a tinta sobre papel, no es necesario poner talco.

Como la tela de calco es muy sensible a los cambios atmosféricos, si se deja por la noche se arrugará; por lo tanto ninguna vista debe ser empezada si no puede terminarse durante el mismo día. Cuando vuelve a empezarse el trabajo la tela debe ser extendida de nuevo, y debe ajustarse de forma que coincidan las partes ya dibujadas.

11.8 Orden a seguir para pasar a tinta. El pasar a tinta de una manera perfecta depende de dos cosas: Una práctica cuidadosa y un orden de trabajo preestablecido. Buenos enlaces y tangentes, esquinas bien definidas, y aristas limpias no sólo mejoran la apariencia del dibujo, sino que facilitan su lectura.

El orden general a seguir para pasar

a tinta o calcar nos viene dado en la figura 11-8 por etapas. En la casilla 1 vemos cómo primero son pasados a tinta las circunferencias y arcos de forma que coincidan perfectamente con las líneas a lápiz. La casilla 2 muestra cómo pasar a tinta las líneas horizontales; y el dibujo es completado en 3. Entonces se añaden las líneas de cotas, las puntas de las flechas, los signos finales y por fin las cotas.

Pasar a tinta en este orden:

- 1) Líneas de centros o ejes principales.
- 2) Circunferencias y arcos pequeños.
- 3) Circunferencias y arcos grandes.
- 4) Arcos y circunferencias ocultos.
- 5) Curvas irregulares.
- 6) Líneas continuas horizontales.
- 7) Líneas continuas verticales.
- 8) Líneas continuas inclinadas.
- 9) Líneas ocultas.
- 10) Líneas de centros (ejes) secundarias.
- 11) Líneas de limitación y de cotas.
- 12) Flechas y números.
- 13) Líneas de corte.
- 14) Rotular el cajetín del título.
- 15) Pasar a tinta las líneas que encuadran el dibujo.
- 16) Comprobar cuidadosamente el dibujo.

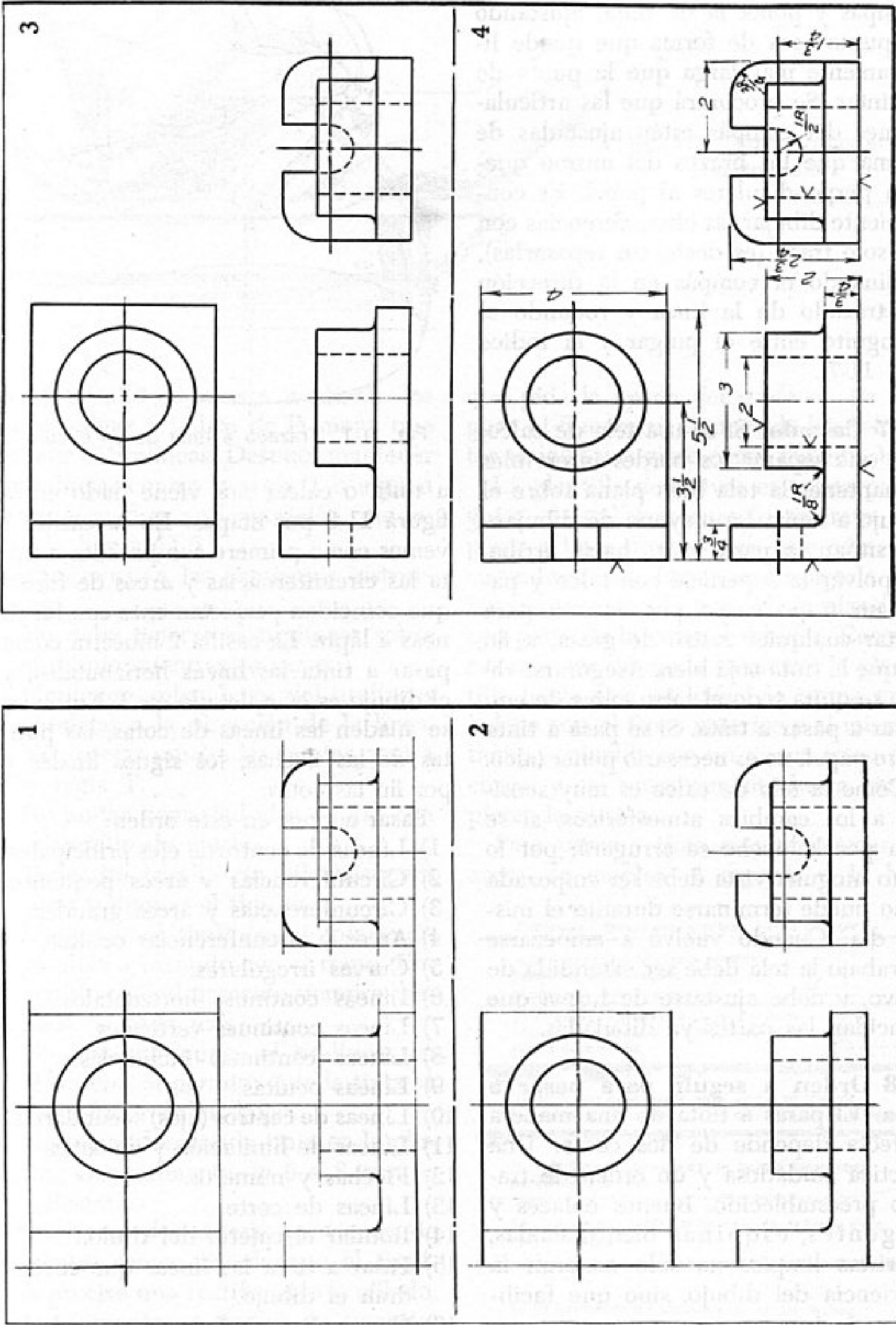


Fig. 11-8 Etapas a seguir para calcar o repasar con tinta.

SÍMBOLOS PARA EL RAYADO DE SECCIONES

Hierro fundido y h. maleable. También en general para todos los materiales	Acero	Bronce, latón, cobre o combinaciones	Metal blanco, zinc, plomo, babbitt y aleaciones
Magnesio, aluminio y aleaciones de aluminio	Caucho, aislamiento eléctrico de plástico	Corcho, fieltro, tejido, piel, fibra	Aislamiento acústico
Aislamiento térmico	Material refractario	Bobinados eléctricos, electroimanes, resistencia, etc.	Hormigón
			Tierra
Ladrillos y mampuestos	Mármol, pizarra, vidrio, porcelana, etcétera		
			Agua y otros líquidos
Roca	Arena		
	Madera: perpendicular a la fibra Madera: a lo largo de la fibra		

SÍMBOLOS EN VISTAS EXTERIORES

Ladrillo	Piedra tallada (sillar)	Piedra bruta (sin hiladas, en hiladas)	Materiales transparentes, vidrio, etc.	Mármol

Fig. 11-9 Símbolos de materiales.

11-9 Símbolos convencionales. Al dibujar se emplean métodos convencionales para representar partes del dibujo y materiales, pensados para ahorrar tiempo y hacer más fácil la lectura. Pueden considerarse como «abreviatu-

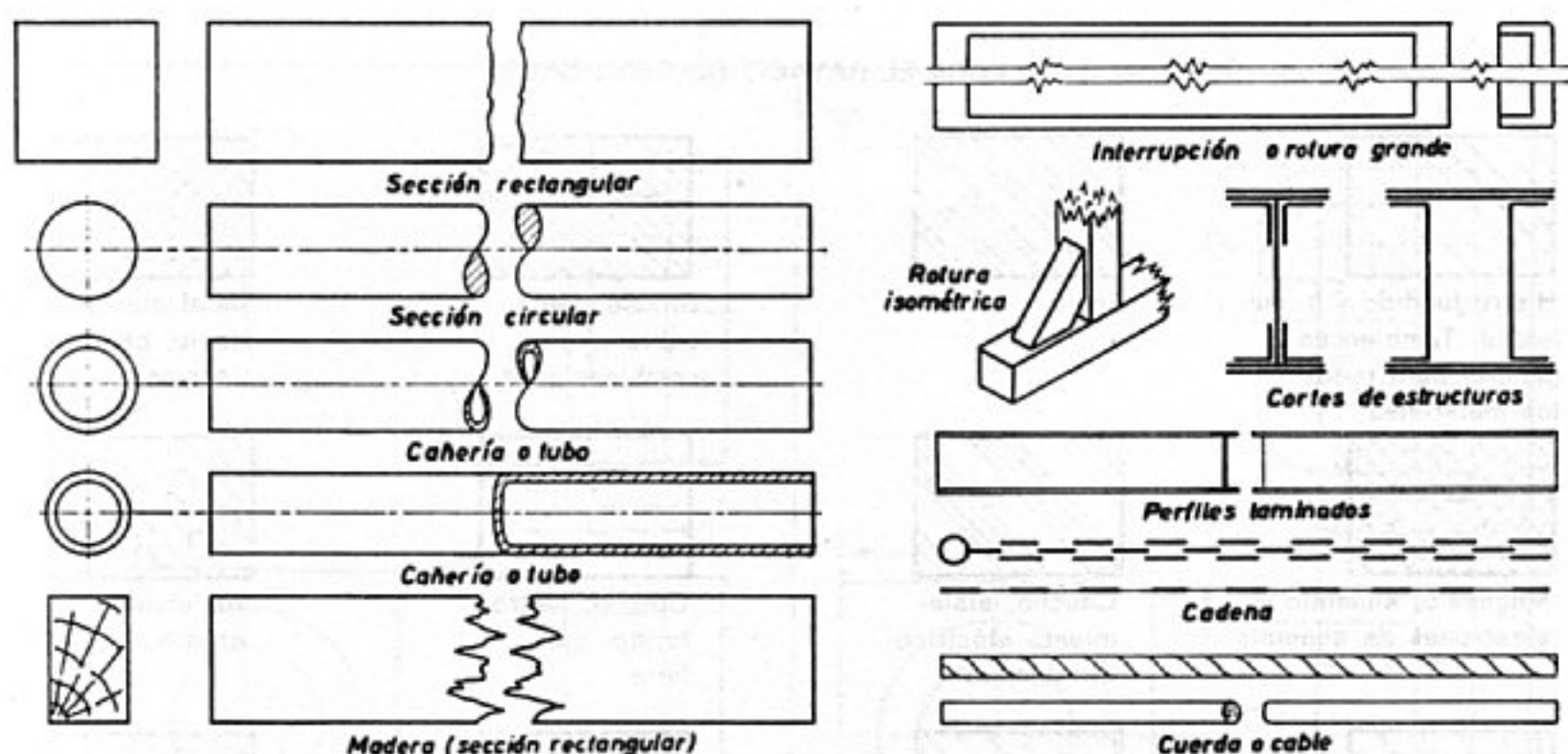


Fig. 11-10 Indicación de algunas secciones, y otros símbolos.

ras» del lenguaje gráfico. Los más corrientes son símbolos para indicar las roscas de los tornillos, y son explicados en el capítulo 12. Otros convencionalismos tienen su aplicación en aparatos eléctricos, instalaciones, etc.

Para indicar el material con el que debe ser hecha la pieza, la mejor regla es rotular el nombre del material en una de las casillas del cajetín. Cuando partes de diferentes materiales aparecen juntas en una sección, es recomendable entonces valerse de un trazado simbólico de líneas. Los símbolos para caras seccionadas vienen dados en la figura 11-9, según normas de la American

Standards Association. Normalmente se escriben unas notas para indicar los materiales en las vistas exteriores; sin embargo, para algunos materiales distintivos se emplean los símbolos de la hilera inferior de la figura 11-9. El dibujo arquitectónico implica el uso de un gran número de símbolos y representaciones convencionales, algunas de las cuales vienen en el capítulo 21. Los gráficos de la figura 11-10 sirven para mostrarnos las secciones normales al eje longitudinal de piezas uniformes y alargadas, así como para secciones de interrupción. Otros símbolos vienen dados en la figura 11-11.

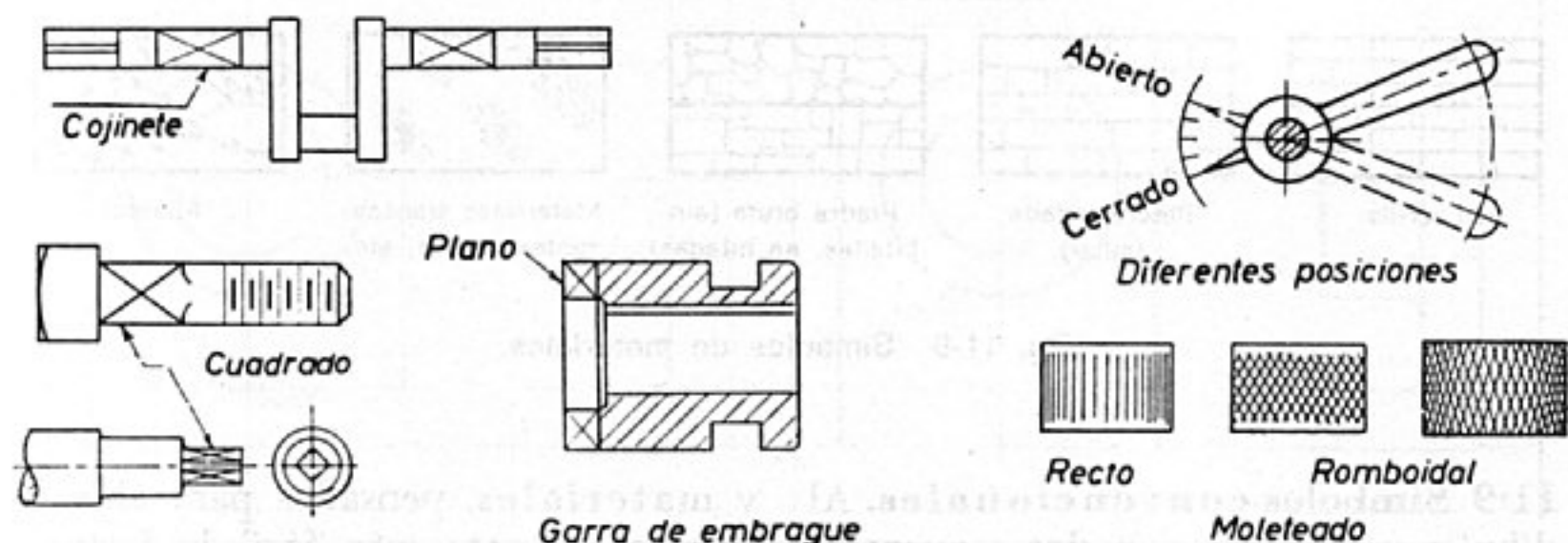


Fig. 11-11 Símbolos convencionales.

Fig. 11-12 A la derecha, cajetín de rotulado para colocar en una esquina. Abajo, faja a todo lo ancho para colocar en la parte inferior.

GRUPO N	SOPORTE DE ESQUINA									
	NUMERO									
	TAMANO									
FECHA										
DESCRIPCION PARA IDENTIFICACION	G. H. WILLIAMS CO., ENGINEERS, BUCKETS, HOISTING AND EXCAVATING MACHINERY ERIE, PA.									
	FECHA 5-28-					ESCALA 6"=1'-0"				
	DIBUJADO POR C. J. S.									
	CALCADO POR E. J. S.									
	COMPROBADO POR J. T. Robin 6/28					CA-532A NUMERO DE DIBUJO				

UNIT			NAME OF PIECE		
DR.	DATE	SYMBOL OF MACHINES USED ON	SUPERSEDES DRAW.	STOCK CASTING DROP FORGING	
DR.					
TR.		THE LODGE & SHIPLEY MACHINE TOOL CO. FORM 795 CINCINNATI, OHIO, U. S. A.	SUPERSEDED BY DR.	MATERIAL	PIECE NO
TR. CH.					

11.10 Rotulado del título. Todos los croquis y dibujos deben tener su título. La forma, contenido y situación varían según los casos. En dibujos de fabricación, el título se sitúa en un cajetín en el ángulo inferior derecho o se extiende a todo lo ancho en la parte inferior o final del dibujo (fig. 11-12). El título debe indicar tantas cosas como sean necesarias:

- 1) El nombre de la construcción, máquina o proyecto.
- 2) El nombre de la parte o partes dibujadas, o simples detalles.
- 3) Fabricante, nombre de la firma comercial y dirección.
- 4) Fecha — normalmente la fecha en que se acaba completamente.
- 5) Escala o escalas.
- 6) Tratamiento térmico a que se somete la pieza, tolerancias de fabricación, etc.
- 7) Números del dibujo, de orden de fabricación o de pedido, según el sistema empleado.
- 8) Registro de la oficina de dibujo; nombres o iniciales, con las fechas respectivas, del dibujante, del que

calca y del comprobador; también la aprobación del jefe de dibujantes, ingenieros, etc.

En las oficinas de dibujo importantes, la hoja de dibujo lleva ya impreso el cajetín de rotulado y no hay más que completar los datos al terminar el trabajo.

11.11 Lista de materiales. Los nombres de las diferentes partes, tipo de material, número de unidades, número asignado a la pieza, etc., se pueden indicar con una nota puesta cerca de las vistas correspondientes. Otro método consiste en encerrar en un circulito el número asignado a cada pieza y situarlo

LISTA DEL MATERIAL DE UN PORTAHERRAMIENTAS				
Núm pieza	Nombre	Cont.	Mat	Notas
1	CAJA	1	S.A.E. # 1045	Forja
2	CUÑA	1	S.A.E. # 1045	Forja
3	ANILLO	1	S.A.E. # 1045	Forja
4	BLOQUE PORTAHERRAMIENTA	1	S.A.E. # 1045	Acero 3.3 x 1 1/2
5	TORNILLO	1	S.A.E. # 1045	Acero 1" Dia x 3 15

Fig. 11-13 Lista de materiales.

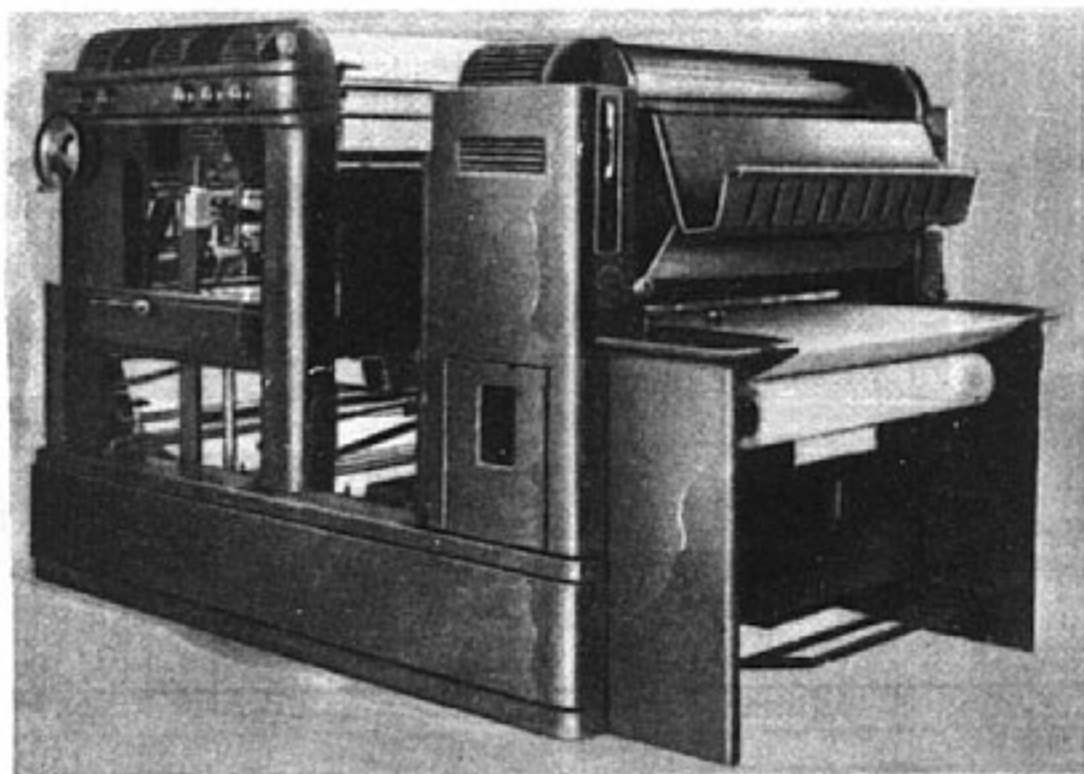


Fig. 11-14 Máquina heliográfica. (The C. F. Pease Company.)

cerca de las vistas, dibujar una flecha indicadora desde el círculo a la parte que le corresponde, y a continuación recoger todos los datos en una lista tabulada llamada *lista de materiales* (figura 11-13). Esta lista se coloca generalmente en el dibujo sobre el título; también se puede rotular o escribir a máquina en una hoja aparte. Los pernos, tuercas, arandelas, pasadores y accesorios similares así como los estandarizados tienen un número de identificación y se ponen en la lista del material. Con ello ya no es necesario dibujar las vistas de estos elementos. Algunas listas de materiales vienen indicadas en la figura L-3 de la página 460, figura L-9 de la página 465 y figura L-12 de la página 467.

11.12 Maneras de borrar. Lo ideal, como es lógico, es completar un dibujo o calco sin haber tenido la necesidad de borrar. Algunas veces, sin embargo, es imprescindible borrar, debido a una equivocación o a un cambio. Las líneas a tinta pueden ser borradas mediante una goma para lápiz (rojo rubí), que no se lleva el papel o tela como suelen hacer las gomas de tinta. La tinta puede

borrarse más fácilmente si se coloca debajo de la parte a borrar la escuadra o cualquier superficie dura. *No usar cuchillo o cortaplumas.* Pequeñas placas metálicas o de plástico protectoras son muy convenientes al borrar. Estas placas son delgadas y tienen ranuras y aberturas de diferentes medidas y formas. Las líneas a lápiz se borran fácilmente con una goma blanda. En muchas salas de dibujo están en uso aparatos eléctricos para borrar. Consisten esencialmente en un pequeño motor provisto de una goma cilíndrica al final de un eje rotatorio.

11.13 Reproducciones heliográficas (ferroprusiatos). La mayor parte de los trabajos de taller o de construcción de estructuras se hacen sobre reproducciones heliográficas (también conocidas con el nombre de ferroprusiatos) u otro tipo de reproducción obtenida a base de alguno de la amplia gama de métodos en uso hoy día. Todas estas reproducciones se conocen como *copias*. Una copia heliográfica se obtiene a partir de un original transparente o calco. El papel empleado está tratado químicamente de manera que resulten, en la copia,

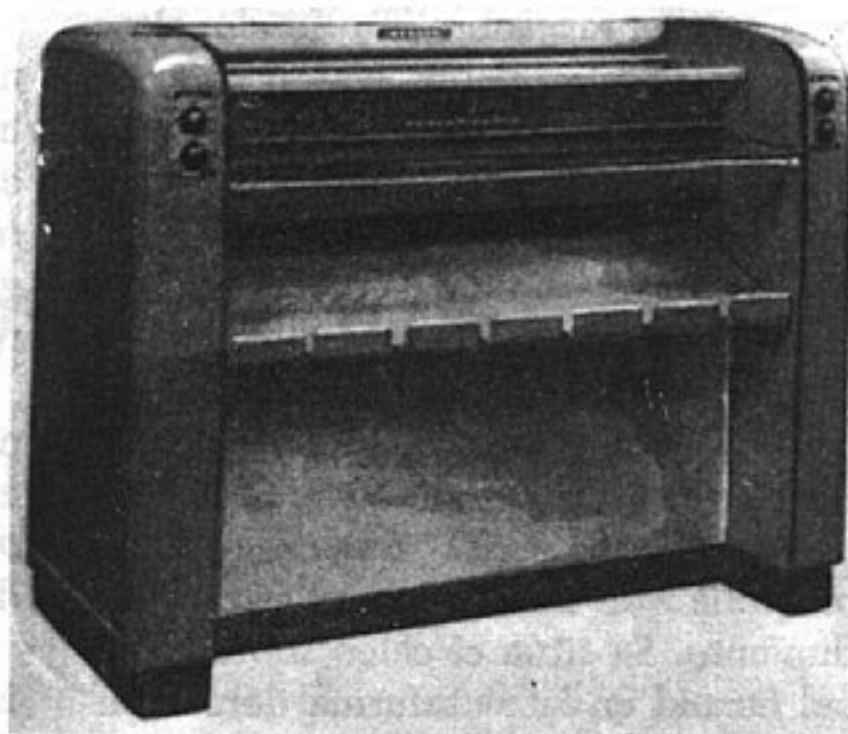
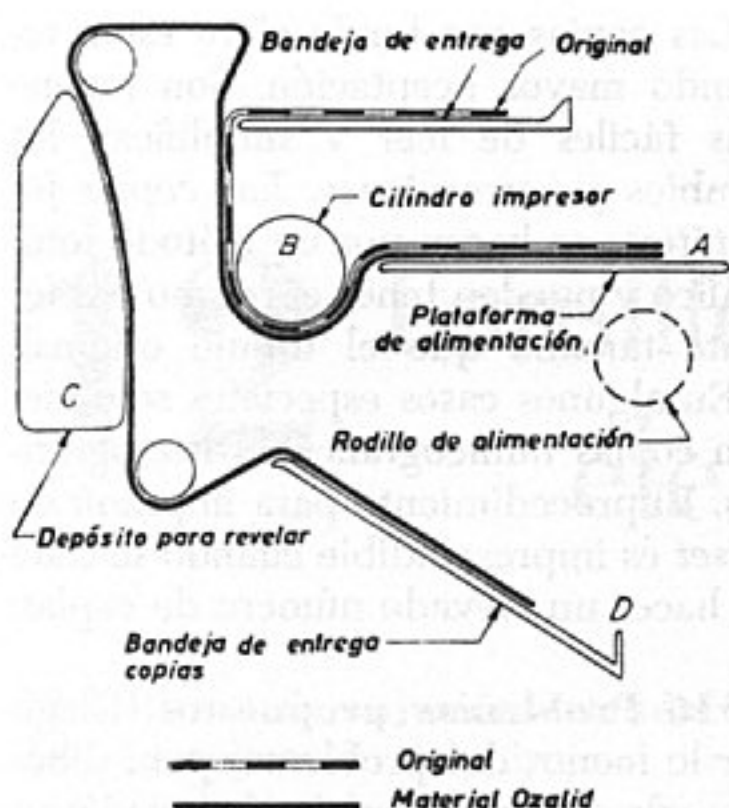


Fig. 11-15 Máquina de sacar copias, procedimiento Ozalid. (Ozalid Division of General Aniline and Film Corporation.)

líneas blancas sobre fondo azulado. De un calco se pueden sacar el número de copias que se quiera. El original puede estar dibujado a lápiz o a tinta, y se suele guardar en los archivos de la oficina de dibujo.

11.14 Para obtener una copia heliográfica se compra el papel ya preparado para ser expuesto a la luz. Algunos necesitan muy poco tiempo de exposición y otros más, según el tratamiento que han recibido. Antes de ser utilizado, el papel para copias presenta un color amarillo grisáceo y si se lavara, sin haber sido expuesto a la luz, debería quedar completamente blanco. Con el tiempo, o si le da la luz o el aire, se vuelve azul gris oscuro y se estropea en poco tiempo. Hasta hace poco dichas copias se hacían mediante luz solar, pero actualmente las copiadoras eléctricas las han desplazado, ya que dan más uniformidad en los resultados, son más rápidas, y pueden usarse a cualquier hora. En la figura 11-14 vemos una máquina de copias heliográfi-

cas, hecha por C. F. Pease Company, de proceso continuo con incorporación de las operaciones de lavado y secado.

Se introducen los calcos originales por la parte delantera de la máquina sobre el papel de copia. Juntos pasan a un cristal de contacto donde se les somete a los rayos de lámparas eléctricas. Después de esta operación, la copia pasa al lavado con agua, tratamiento con potasa, y, finalmente, a través de tambores de secado. Los impresos ya acabados son llevados por un cilindro continuo a la parte posterior de la máquina.

A veces es necesario o deseable hacer pequeños cambios o correcciones en las copias heliográficas. Ello se logra usando una solución alcalina por medio de una pluma de escribir o un tiralíneas.

11.15 Otros métodos para reproducir dibujos. Entre ellos se incluyen el papel «vandyke», que produce unas líneas blancas sobre un fondo marrón oscuro, así como un elevado número de papeles especiales que dan líneas ne-

gras u oscuras sobre un fondo claro. Las copias sobre papel «vandyke» y los negativos similares también se usan para hacer copias positivas con líneas azules o negras.

Las copias obtenidas por el método Ozalid se logran mediante calcos y proporcionan líneas de un color rojo oscuro (u otro color) sobre un fondo claro. Se revelan en seco mediante vapor de amoníaco. En la figura 11-15 se muestra una máquina que trabaja según este procedimiento. Se sitúa el calco sobre el papel Ozalid en la plataforma de alimentación, A, y por medio de cintas de traslación se hace pasar por delante del foco luminoso B. Seguidamente se pasa a lo largo de un recipiente perforado, C, del cual emana vapor de amoníaco que revela la copia en seco. Después la copia (ya terminada) cae en la bandeja frontal, D. La máquina funciona mediante un motor eléctrico.

Las copias con fondo claro están teniendo mayor aceptación. Son mucho más fáciles de leer y simplifican los cambios y correcciones. Las copias fotostáticas se hacen por un método fotográfico y pueden tener el mismo o diferente tamaño que el dibujo original.

En algunos casos especiales se obtienen copias mimeográficas u hectográficas. El procedimiento para imprimir en *offset* es imprescindible cuando se trata de hacer un elevado número de copias.

11-16 Problemas propuestos. Elegir por lo menos dos problemas para dibujar, calcar y hacer copias heliográficas. Pueden tomarse de los grupos D, E, F y H. Los dibujos del grupo H hechos anteriormente a lápiz y que hayan sido corregidos pueden aprovecharse para calcarlos. Un repaso del capítulo 11 será conveniente para resolver los problemas de los grupos J, K y L.

12 Tornillos, pernos y otros elementos de unión

12.1 Piezas de sujeción estandarizadas. La aplicación del dibujo al diseño y construcción de máquinas, al igual que en otros proyectos de ingeniería, requiere el conocimiento de ciertos elementos que se emplean muy a menudo al construirlas. Entre dichos elementos se incluyen tornillos, pernos, remaches, chavetas, pasadores y ejes. Todos ellos

han sido estandarizados y tienen sus características y nombres bien definidos. Los elementos de sujeción roscados, tales como tornillos, pernos y tuercas se hacen con gran variedad de formas y tamaños (fig. 12-1).

12.2 Roscas normalizadas para tornillos. En los Estados Unidos estas



Fig. 12-1 Elementos para uniones roscadas.

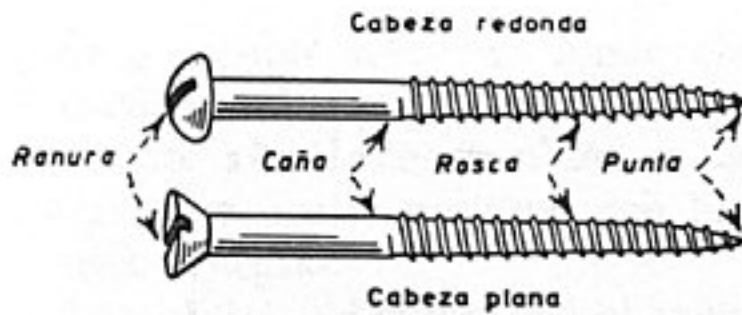


Fig. 12-2 Tornillos para madera.

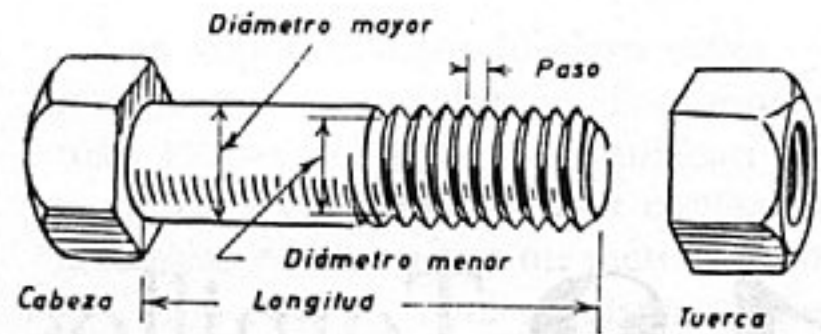


Fig. 12-3 Perno de cabeza hexagonal y tuerca.

normas se establecieron gracias a un sistema presentado por William Sellers en un informe que dirigió al Franklin Institute de Philadelphia en 1864. Las normas de tornillos roscados en Inglaterra provinieron de una relación presentada a la Institution of Civil Engineers en 1841.

Con el desarrollo de la industria se ha venido trabajando en dichas normas debido a la necesidad de uniformidad e intercambiabilidad de los productos fabricados. En 1948 las Comisiones de Normas del Canadá, del Reino Unido y de los Estados Unidos llegaron a un acuerdo para una unificación de las normas en estos países (Unified Thread Standards). Dichas normas son la base de las American Standards y se describen con el título de Unified and American Screw Threads for Screws, Bolts, Nuts and Other Threaded Parts (ASA-

B1-1-1949) y en el Handbook H-28, Federal Screw Thread Specifications.¹

12.3 Roscas para tornillos. Es tan frecuente la aplicación de roscas para tornillos, que las formas corrientes de las mismas, así como sus métodos de representación, han de ser conocidos perfectamente. Quizá las más familiares de todos los tipos de rosca sean las de los tornillos para madera (fig. 12-2) y los de pernos roscados (fig. 12-3). Los tornillos para madera presentan mucha separación entre dos filetes contiguos, a fin de compensar la diferencia de resistencia mecánica entre la madera y el metal.

12.4 Algunos términos aplicados a roscas de tornillos. Algunos de entre

¹ U.S. Government Printing Office, Washington 25, D.C.

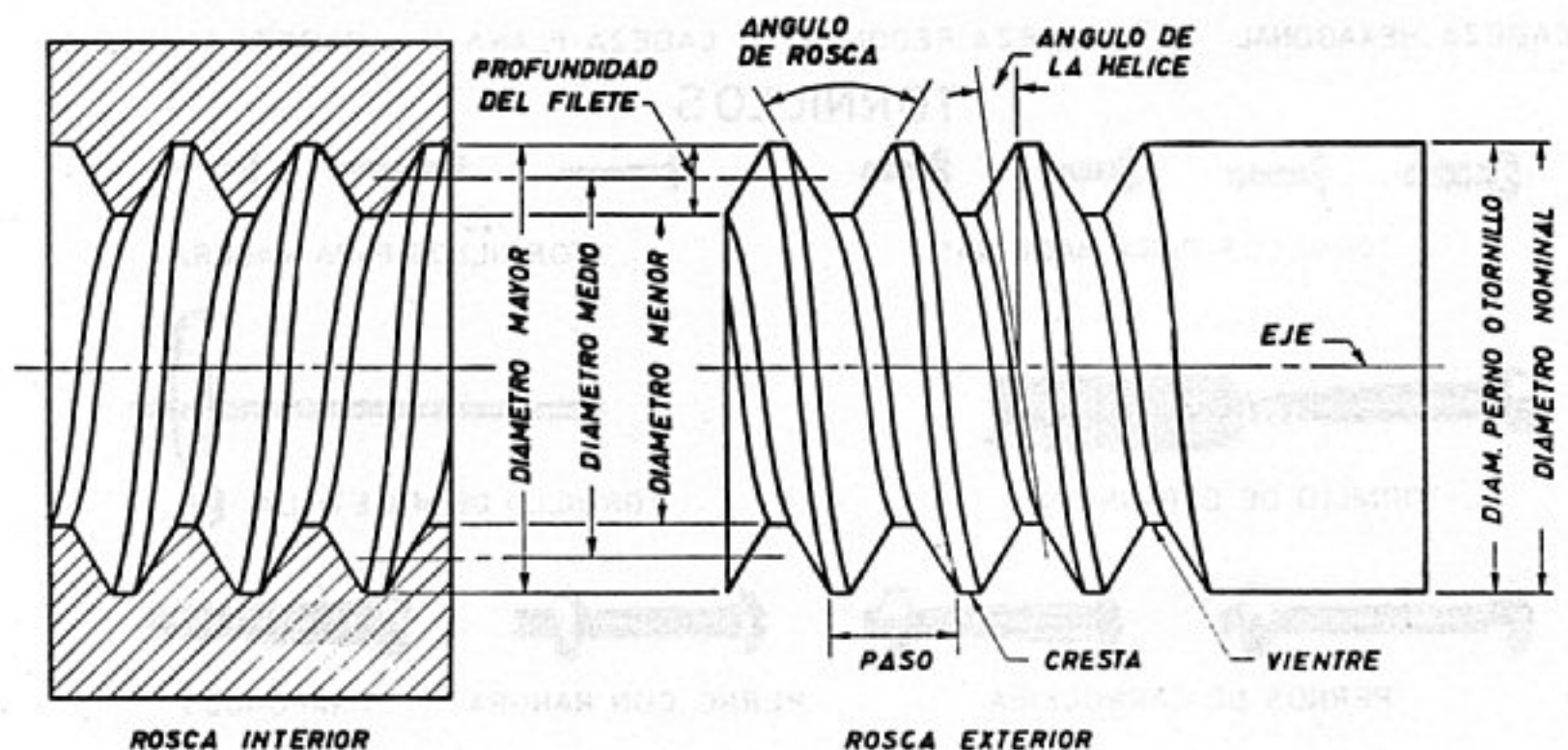


Fig. 12-4 Términos aplicados a roscas para tornillos.

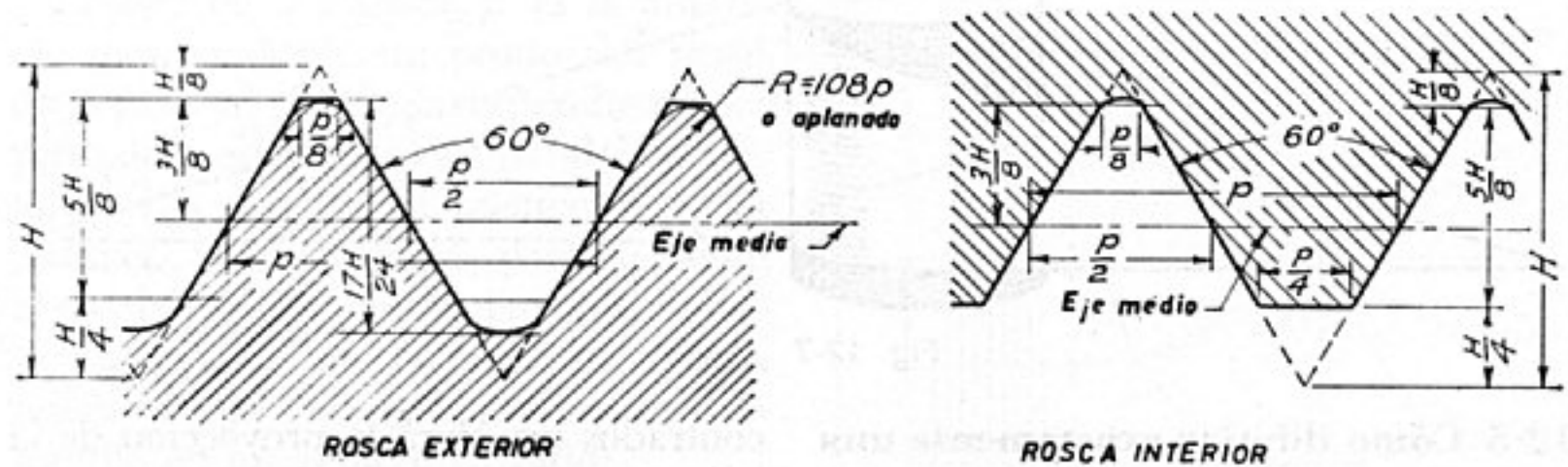


Fig. 12-5 Perfiles de roscas para tornillos (según normas Unified and American).

los más importantes vienen indicados en la figura 12-4. La forma de rosca representada en la figura 12-5, perteneciente a las normas unificadas (americanas), es el tipo más empleado en roscas para uniones. En la figura 12-6 se han representado algunos otros tipos de rosca pensados para cumplir algunos requisitos particulares. Raras veces se emplea la de forma V (triangular puntiaguda). Las roscas cuadradas y trapeciales están pensadas para la transmisión de movimiento o potencia, con transmisión de la fuerza en la dirección del eje de giro. La rosca redonda nos es familiar

en los casquillos de los portalámparas, y en muchas piezas de fundición. La rosca Dardet es una rosca autofijante diseñada por un oficial del ejército francés. La antigua rosca inglesa British Standard (Whitworth), enmarcada por un recuadro en la figura, tiene las crestas y vientres redondos y un ángulo de 55°. Las antiguas roscas United States Standards, no representadas, tienen las crestas y vientres planos, con un ángulo de 60°. La rosca trapezoidal de dientes de sierra transmite presión en una sola dirección: contra la cara perpendicular al eje.

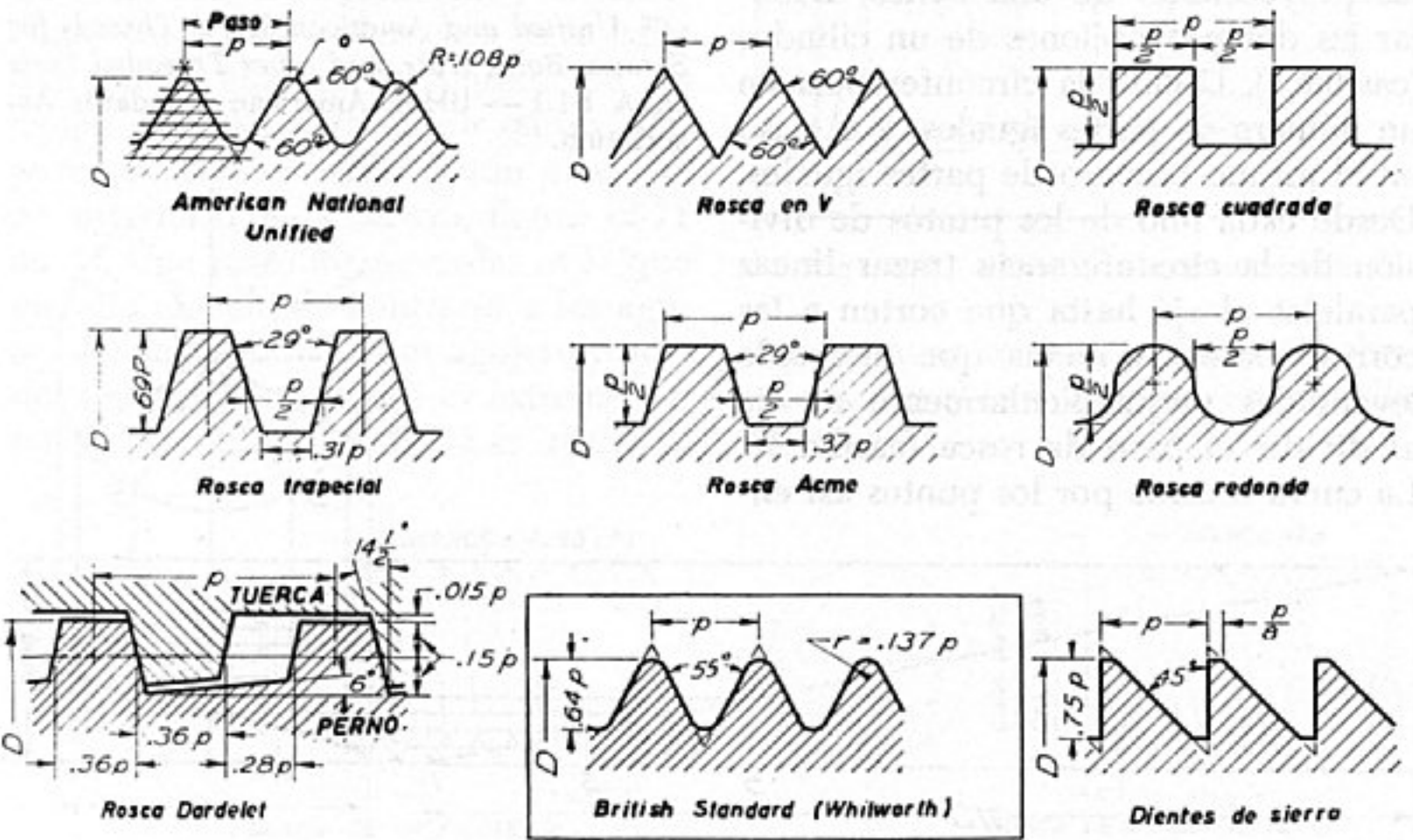


Fig. 12-6 Perfiles de roscas para tornillos.

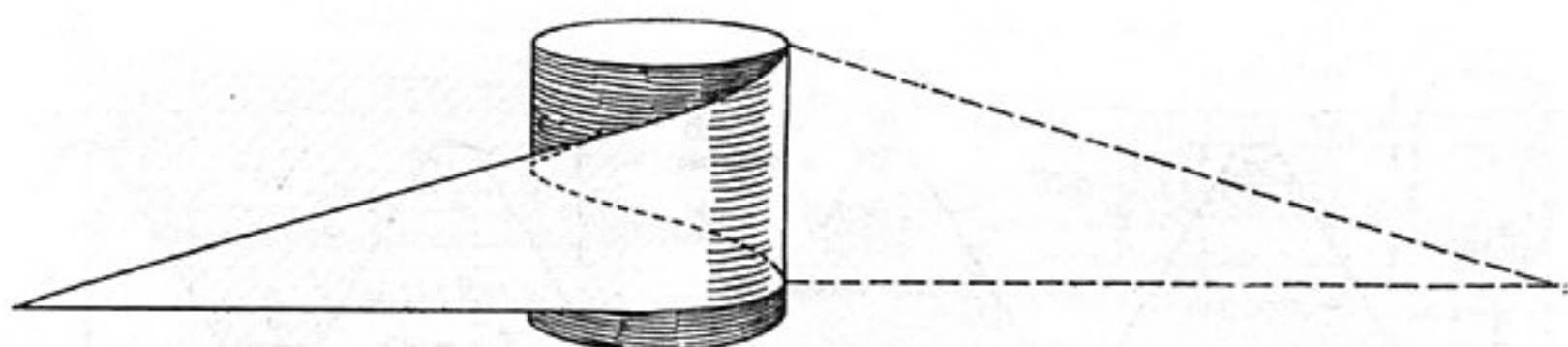


Fig. 12-7 Hélice.

12.5 Cómo dibujar exactamente una rosca de tornillo. Para ello es necesario dibujar la proyección de una hélice (figs. 12-7 y 12-8). La hélice es una curva generada por un punto que se mueve uniformemente alrededor de un cilindro y, a la vez, también uniformemente en dirección paralela al eje del mismo. La hipotenusa de un triángulo rectángulo será una vuelta completa de hélice, si la base del triángulo es igual a la longitud de la circunferencia (figura 12-8). La altura será el paso de la hélice. Un triángulo rectángulo y las proyecciones de la hélice correspondiente vienen en la figura 12-8.

La figura 12-9, en las casillas 1 y 2, nos muestra el método para dibujar las proyecciones de una hélice. Dibujar las dos proyecciones de un cilindro (casilla 1). Dividir la circunferencia en un número de partes iguales, y el paso en el mismo número de partes iguales. Desde cada uno de los puntos de división de la circunferencia trazar líneas paralelas al eje hasta que corten a las correspondientes rectas que han sido levantadas perpendicularmente al eje al dividir el paso de rosca (casilla 2). La curva trazada por los puntos así en-

contrados nos dará la proyección de la hélice.

La aplicación de la hélice para representar la rosca viene ilustrada en la casilla 3; es la proyección de una rosca cuadrada. Dibujos como éste raramente se hacen, ya que requieren demasiado tiempo y no son mejores, prácticamente, que las representaciones convencionales (véase párrafo 12.8).

12.6 Roscas simples y múltiples. «La rosca para tornillo es un cordón de sección uniforme en forma de hélice sobre la superficie externa o interna de un cilindro, o en forma de una espiral sobre la superficie externa o interna de un cono o tronco de cono.»²

² *Unified and American Screw Threads for Screws, Bolts, Nuts, and other Threaded Parts (ASA B1.1 — 1949). American Standards Association.*

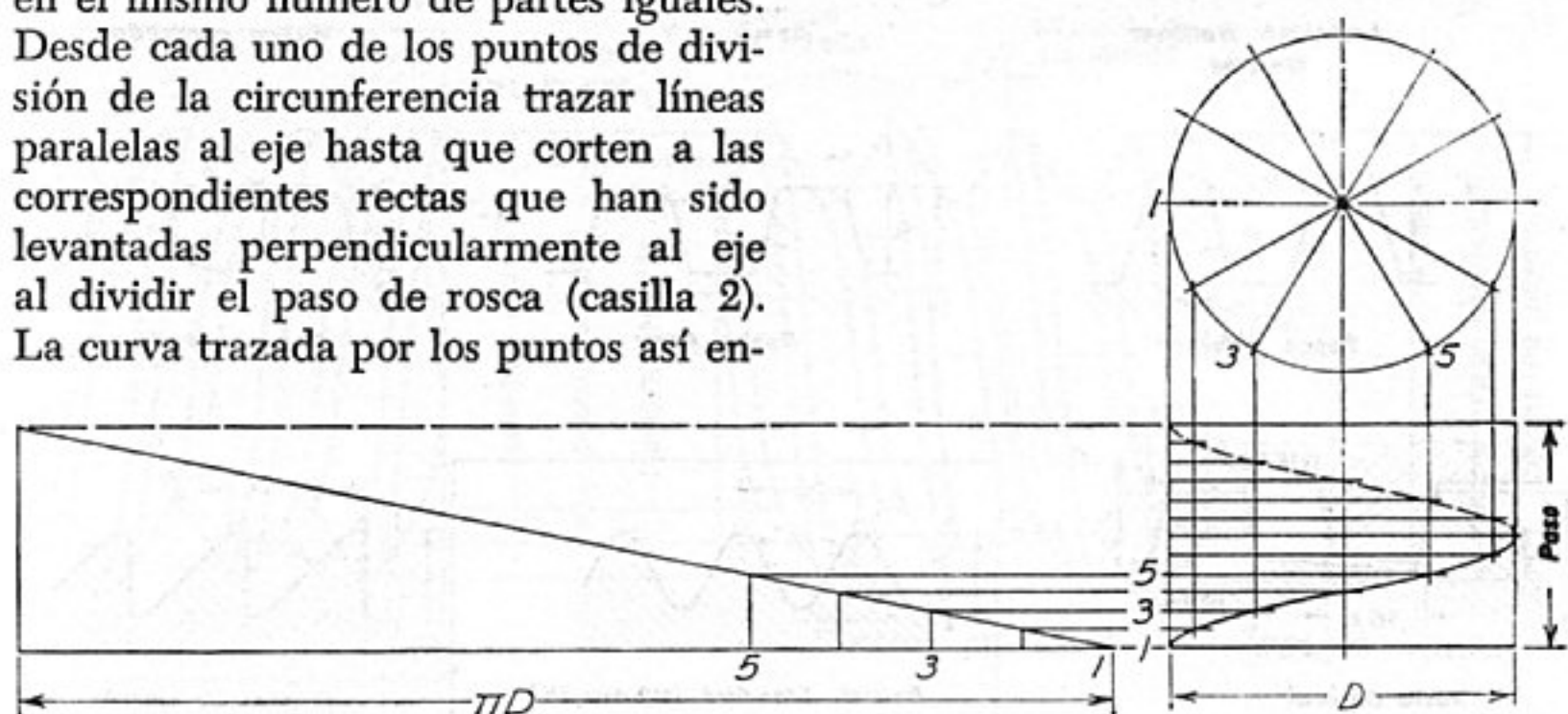


Fig. 12-8 Proyección de una hélice.

El *paso* de una rosca, p , es la distancia que va desde un punto del perfil de la rosca al punto correspondiente del próximo perfil, medida paralelamente al eje (fig. 12-10). El *avance*, l , es la distancia que recorrerá, paralelamente al eje, la rosca en una rotación completa, en relación con la pieza fija correspondiente (la distancia que entraría un tornillo en un agujero roscado).

La mayor parte de los tornillos tienen roscas simples y se entenderá que son siempre así, si no se especifica lo contrario (fig. 12-10 en A). La rosca de un filete tiene un cordón simple en forma de hélice y el paso y el avance son los mismos. La rosca de doble filete (figura 12-10 en B) tiene dos cordones en forma de hélices, y el avance es el doble del paso. Una rosca de tres filetes tiene tres cordones y el avance es el triple del paso. El *número de filetes por pulgada* resulta de dividir una pulgada por el valor del paso. El número de vueltas por pulgada es uno dividido por el avance.

12.7 Roscas a izquierdas y a derechas. Una rosca a derechas es aquella que ha de girar en el sentido de las agujas del reloj para entrar en un agujero roscado (mirando desde el extremo exterior o de la cabeza, figura 12-11 en A). Una rosca a izquierdas es la que girando en sentido contrario a las agujas del reloj entra en un agujero roscado; siempre visto desde el extremo exterior (fig. 12-11 en B). Las roscas a

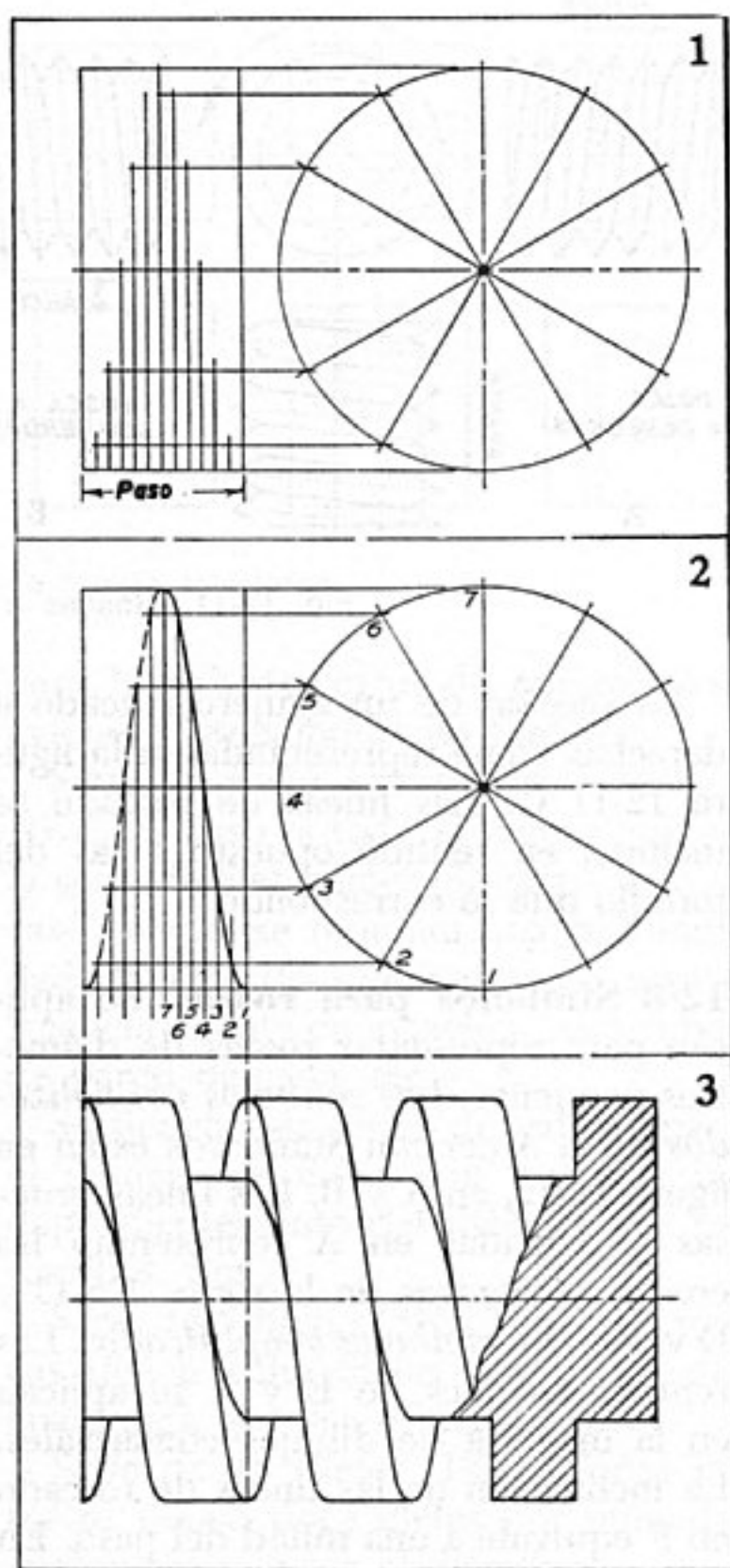


Fig. 12-9 Hélice y rosca cuadrada.

izquierdas se indican mediante la abreviación inglesa LH, o, en castellano, *izq.*

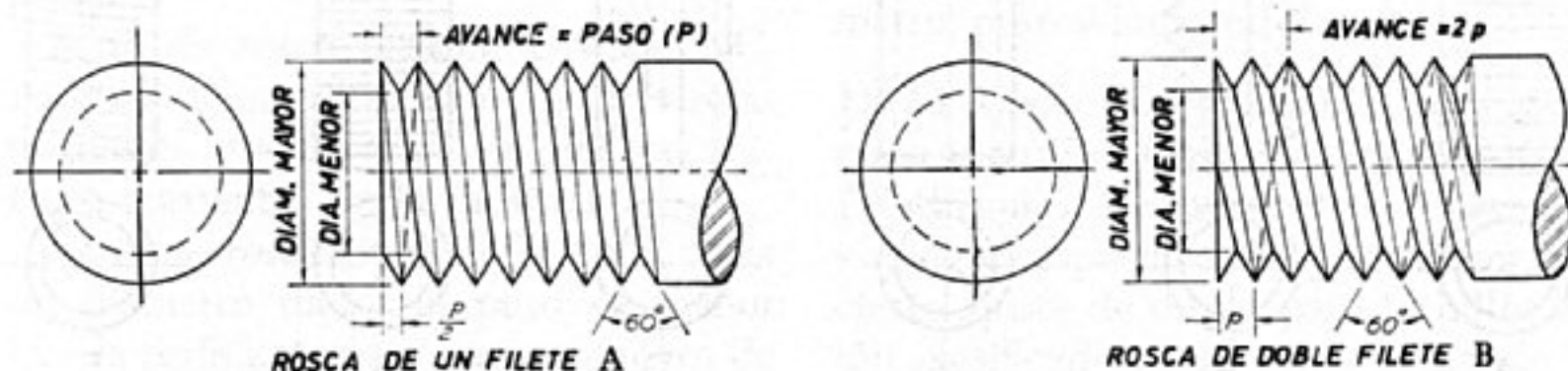


Fig. 12-10 Roscas de uno y dos filetes.

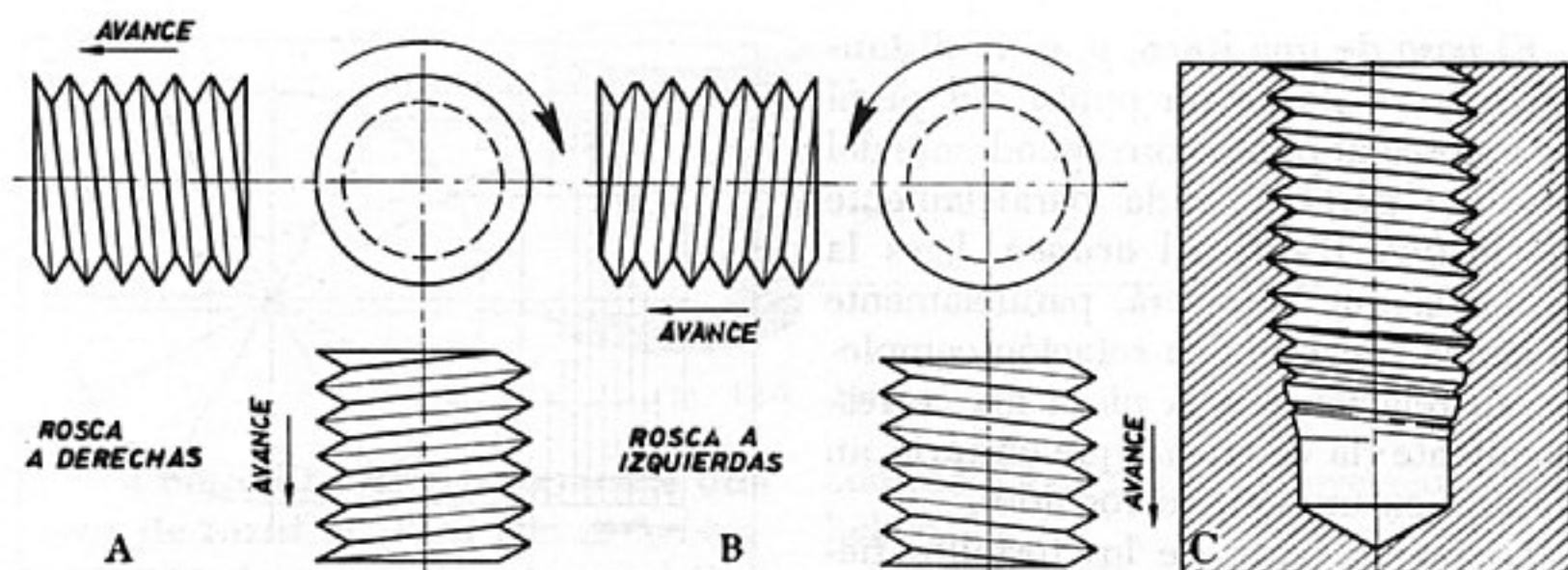


Fig. 12-11 Roscas a derechas y a izquierdas.

La sección de un agujero roscado a derechas viene representada en la figura 12-11 C. Las líneas de roscado se inclinan en sentido opuesto a las del tornillo que le corresponde.

12.8 Símbolos para roscas. Se aplican para representar roscas de diámetros pequeños. Los *símbolos normalizados* de la American Standards están en figura 12-12, en A y B. Las líneas gruesas y delgadas en A representan las crestas y vientres de la rosca. En C y D vienen los *símbolos simplificados*. Las representaciones de E y F se aplican en la mayoría de dibujos comerciales. La inclinación de las líneas de roscado en F equivale a una mitad del paso. En realidad, con estos simbolismos no se pretende fijar exactamente el paso de

rosca, sino que se da más importancia al aspecto agradable de la figura.

Los *símbolos normalizados* American Standard para roscas internas (agujeros roscados) están representados en la figura 12-13 en A, B y C (corte). Los *símbolos simplificados* vienen en D, E y F. Los G, H e I contienen las vistas perpendiculares al eje. Los símbolos del alzado de agujeros roscados vienen en J, K y L. Los símbolos simplificados se emplean para ahorrar tiempo en detalles de dibujos de taller. Si un agujero roscado no atraviesa completamente una pieza se dibujará el fondo de la misma forma que en B y C.

Se usan los mismos símbolos para roscas gruesas o finas así como para roscas a derechas o izquierdas, con notas que den las aclaraciones precisas.

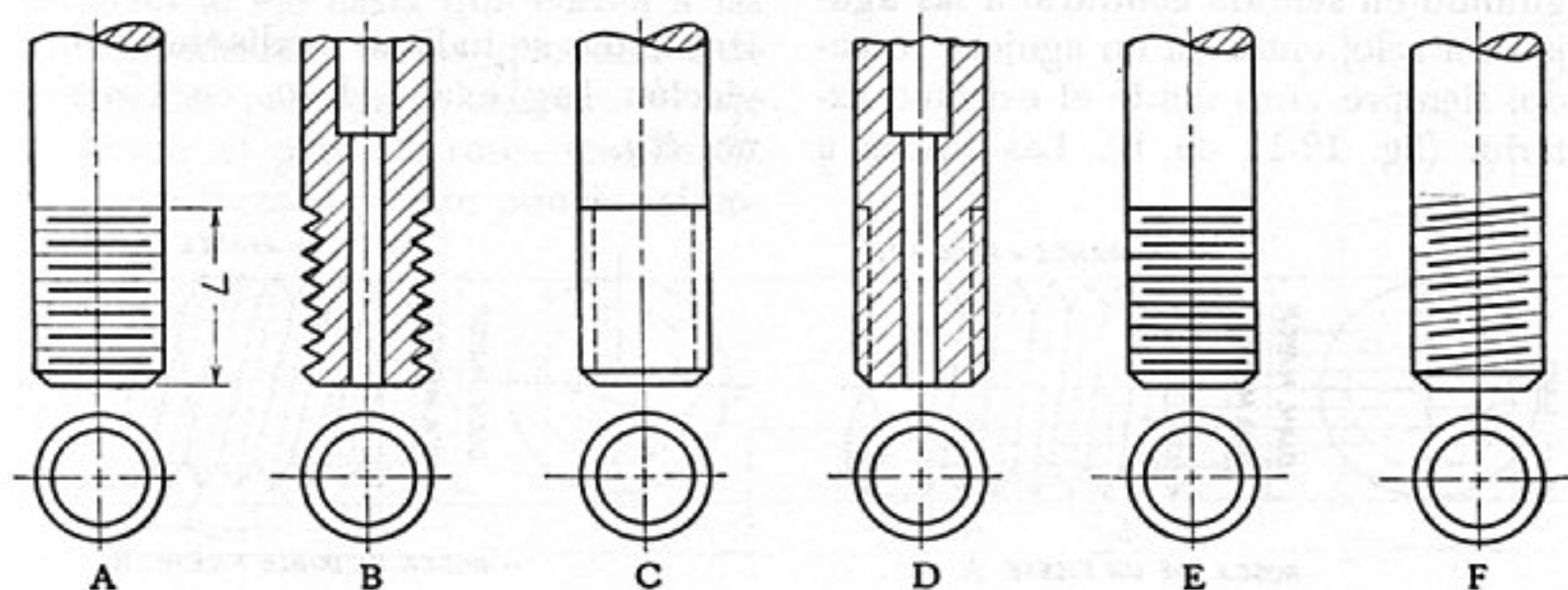


Fig. 12-12 Símbolos para roscas exteriores.

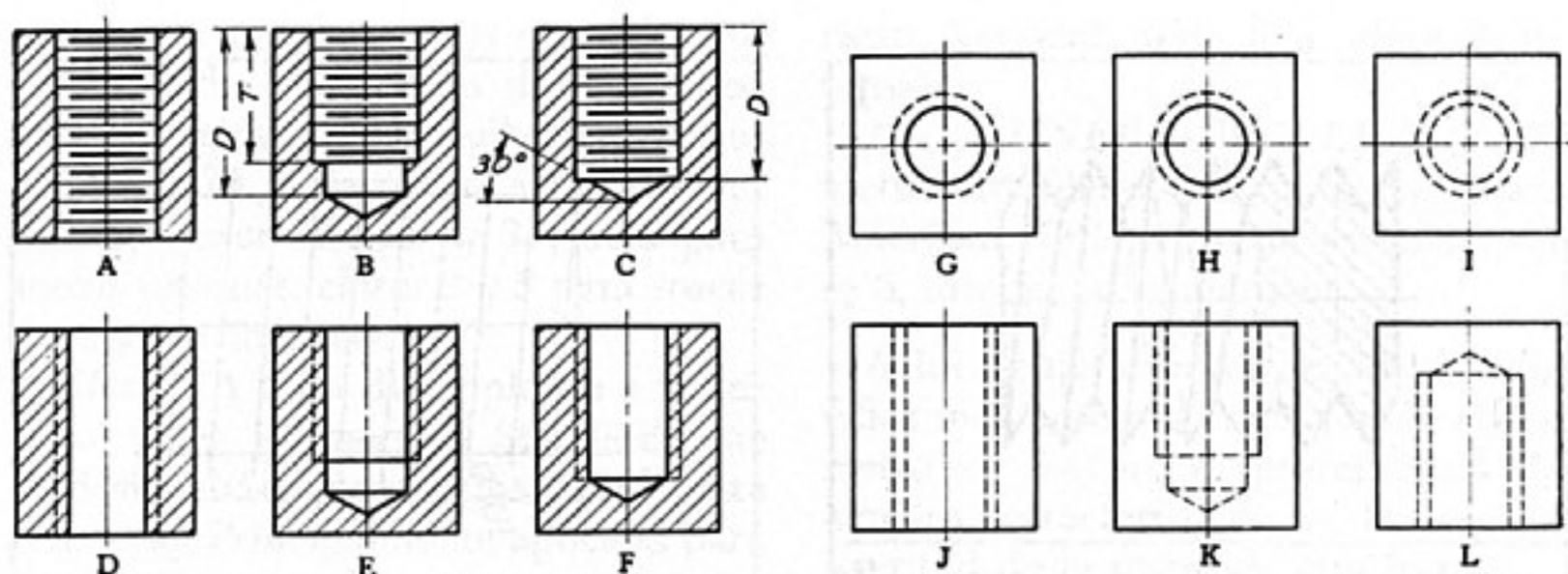


Fig. 12-13 Símbolos para roscas interiores.

12.9 Roscas para tornillos más gruesas que una pulgada de diámetro.

Para diámetros de rosca mayores de una pulgada ($\approx 2,5$ cm), se emplean las representaciones de la figura 12-14. La forma en V viene en la casilla 1, la rosca cuadrada en la 2, así como una representación más simplificada de la rosca cuadrada, en la casilla 3. Cortes de roscas para tornillos están representados en la casilla 4. En la figura 12-15 se indica el orden por el que deben dibujarse las líneas de las roscas en V.

12.10 Tipos de roscas para tornillos Unified and American (National).

El número de filetes por pulgada, para un diámetro dado, varía según la finalidad a que estén destinados los tornillos. Numerosas series de roscas vienen dadas en las normas American Standard. Algunos símbolos empleados en las normas americanas son: U, unificado; N, nacional; C, rosca común; F, rosca fina; EF, rosca extrafina; S, rosca especial.

Serie de rosca común, UNC o NC. Para un diámetro dado el paso es relativamente grande y se emplea en trabajos corrientes de la industria.

Serie de rosca fina, UNF o NF. Para un diámetro dado, el paso es menor que la serie anterior (mayor número de filetes por pulgada). Se emplea mucho

para la fabricación de automóviles, aviones y otras industrias similares.

Serie de rosca extrafina, UNEF o NEF. El paso es todavía menor que en la serie de filetes finos. Se emplea en el caso en que se requiera una profundidad de roscado mínima, como ocurre frecuentemente en aviación, para tubos de pared delgada, etc.

Se tienen tres series de valores para el número de filetes por pulgada, independientemente del diámetro de los tornillos. Son:

Serie de 8 filetes (8N). Todas las roscas tienen ocho filetes por pulgada, cualquiera que sea el diámetro.

Serie de 12 filetes (12N). Todas las roscas tienen doce filetes por pulgada, cualquiera que sea el diámetro.

Serie de 16 filetes (16N). Todas las roscas tienen dieciséis filetes por pulgada, cualquiera que sea el diámetro.

Roscas especiales, UN, UNS o NS. Estas no están normalizadas y pueden combinar los diferentes valores, de diámetro, paso y longitud de rosca.

12.11 Clases de precisión en roscas para tornillos Unified and American (National). Los valores de tolerancia y juegos especificados para tener un cierto ajuste de roscas para tornillos están clasificados. Así, pues, eligiendo la *serie* y la *clase* se podrá conseguir la

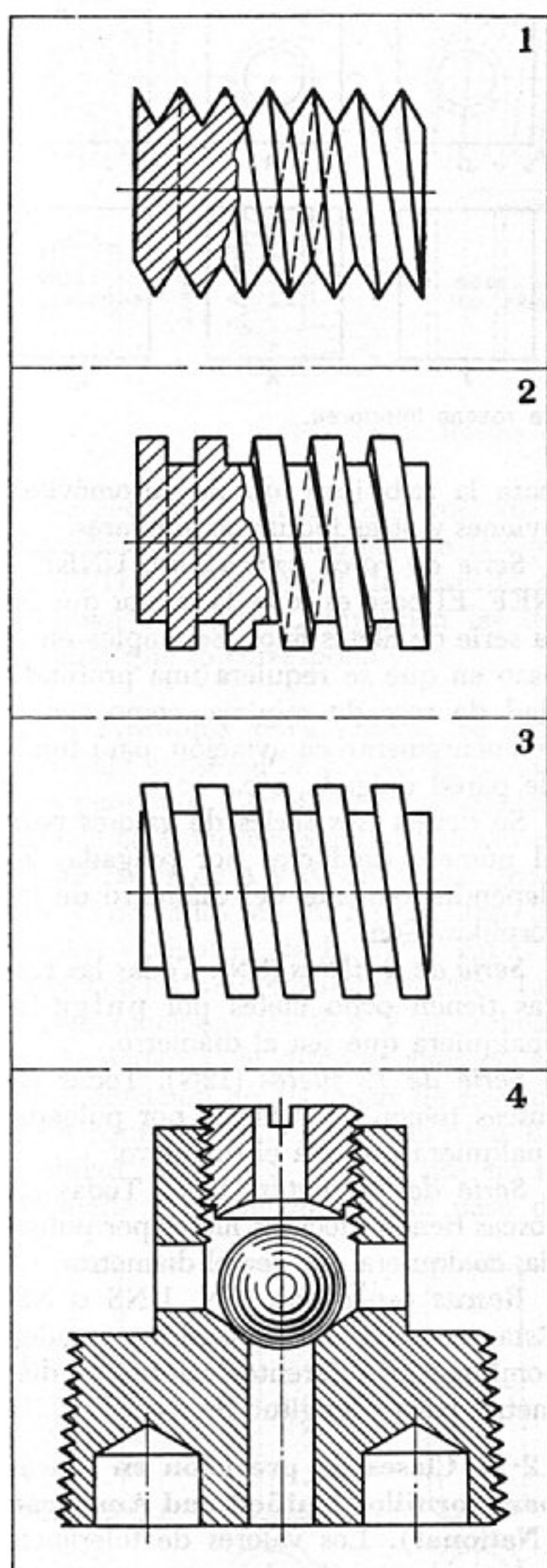


Fig. 12-14 Representaciones de roscas mediante líneas rectas.

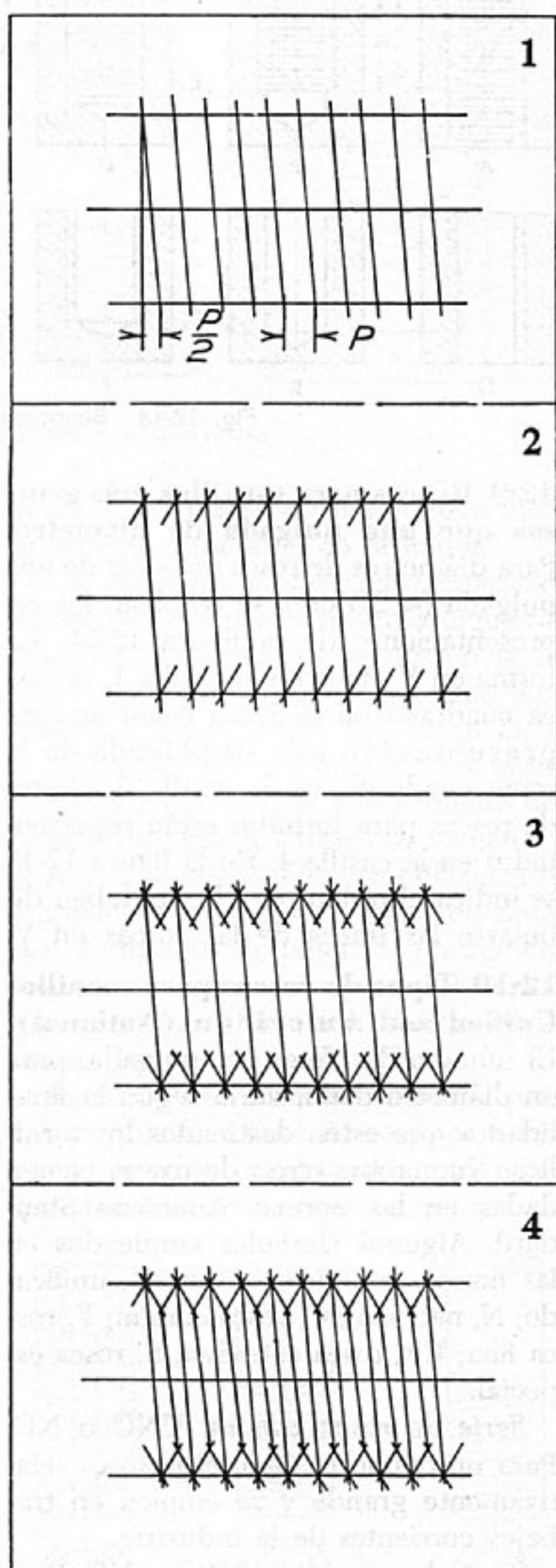


Fig. 12-15 Distintas etapas a seguir en el dibujo de una rosca en V.

rosca que cumpla con las especificaciones deseadas. Las clases de la Unified and American (National) son: *clases 1A, 2A y 3A*, para roscas externas solamente; *clases 1B, 2B y 3B*, sólo para roscas internas, *clases 3 y 2* para roscas externas e internas.

Clases 1A y 1B. Reemplazan a la anterior clase 1 American Standard, que se designaba como de ajuste deslizante o natural. Principalmente aplicada para *tamaños numerados*.

Clases 2A y 2B. Incluyen la mayor parte de la producción usual de roscas para tornillos, pernos, tuercas, etc.

Clases 3A y 3B. Para trabajos más precisos. En lo que respecta a la clase 3A, las dimensiones básicas son las máximas, que no se pueden sobrepasar.

Clases 2 y 3. Son las anteriores clases 2 y 3 American Standard y no son unificadas (Unified). Las dimensiones básicas son las máximas para las roscas exteriores y las mínimas para las roscas interiores.

12.12 Especificación de las roscas para tornillos. Las roscas para tornillos se especifican por su diámetro (nominal o diámetro mayor), número de filetes por pulgada, letras iniciales de la serie que pertenecen, y clase de ajuste. Si las roscas deben ser a izquierdas se les añadirá las iniciales LH; de lo contrario se dará por entendido que las roscas son a derechas.

$1\frac{1}{4}$ — 7UNC — 1A ($1\frac{1}{4}$ diámetro, 7 filetes por pulgada, Unified American National, serie de rosca común, clase 1, externa)

$\frac{1}{2}$ — 13NC — 2A ($\frac{1}{2}$ diámetro, 13 filetes por pulgada, roscas American National, serie común, clase 2, externa)

$\frac{7}{8}$ — 14UNF — 2B ($\frac{7}{8}$ diámetro, 14 filetes por pulgada, roscas Unified Ame-

rican National, serie fina, clase 2, interna)

$1\frac{5}{8}$ — 18NEF — 3B — LH ($1\frac{5}{8}$ diámetro, 18 filetes por pulgada, roscas American National, serie extrafina, clase 3, interna, a izquierdas)

A los agujeros roscados se les especifica mediante una nota que dé el diámetro de la broca, profundidad del agujero, características de la rosca, y longitud de la rosca, de esta forma:

broca $\frac{27}{64} \times 1\frac{3}{8}$ profundidad
 $\frac{1}{2}$ — 13NC — 2B $\times 1$ profundidad

Para obtener una información completa deben consultarse las normas American Standard *Unified and American Screw Threads for Screws, Bolts, Nuts and Other Threads* (ASA B1.1 — 1949).

12.13 Uniones roscadas. Para las uniones se pueden emplear distintas roscas, según el tipo de fijación requerida. En los párrafos que siguen, se facilitará al lector suficiente información para que sea capaz de identificar y dibujar los pernos, tuercas y tornillos en las formas más usuales utilizadas en construcción de máquinas y en otras estructuras.

12.14 Pernos y tuercas cuadrados y hexagonales, American Standard.³ En la figura 12-16 aparecen algunos de los nombres más corrientes en la terminología descriptiva de pernos y tuercas, y que es necesario aprender, por cuanto se emplearán en las descripciones que siguen. En el Apéndice aparecen tablas con algunas de las dimensiones principales. Algunos de los pernos y tuercas han sido incluidos en las Unified Standard, para su empleo

³ *Square and Hexagon Bolts and Nuts* (ASA B18.2 — 1955).

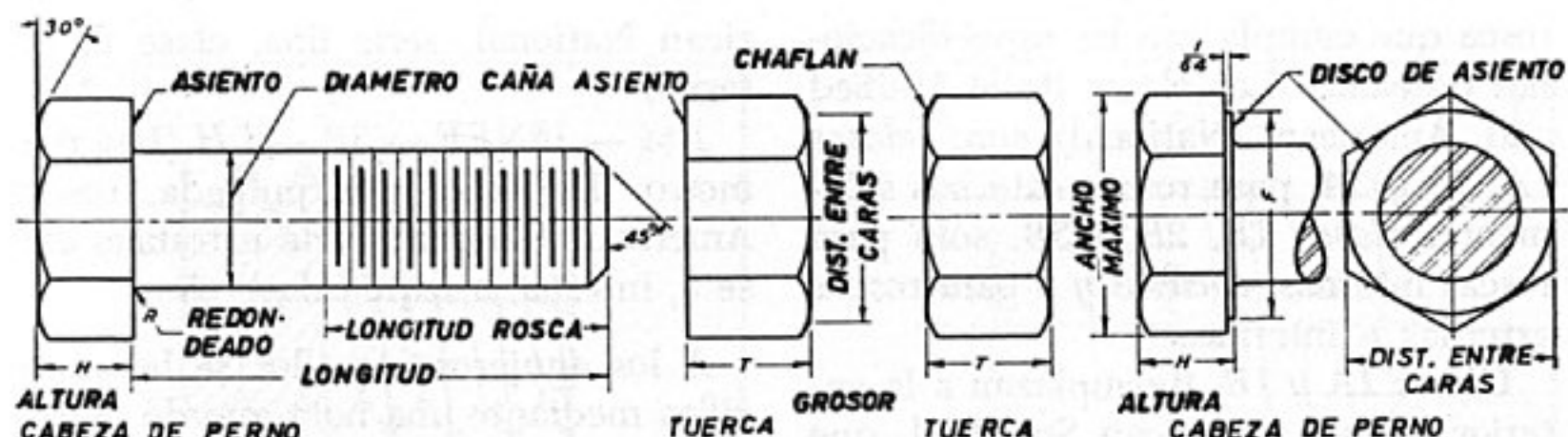


Fig. 12-16 Terminología en pernos y tuercas.

en Estados Unidos, Gran Bretaña y Canadá. La estandarización de pernos y roscas incluye:

Serie corriente para pernos cuadrados, pernos hexagonales, pernos semiacabados hexagonales, tuercas cuadradas, tuercas y contratuercas (de seguridad) hexagonales, tuercas y contratuercas hexagonales semiacabadas y tuercas semiacabadas con ranura. Son los que se emplean generalmente.

Serie gruesa para pernos hexagonales, pernos hexagonales semiacabados, tuercas cuadradas, hexagonales y contratuercas hexagonales, contratuercas hexagonales semiacabadas. La serie gruesa es empleada donde se precise una gran superficie de apoyo o donde se tenga un agujero relativamente grande.

Los pernos y tuercas de la serie corriente no tienen ninguna cara mecanizada. Los pernos y tuercas semiacabados se han fabricado de forma que ten-

gan una superficie de apoyo lisa. El *acabado* de pernos y tuercas se refiere a la calidad de fabricación y a los límites estrechos de tolerancia, no significando que las superficies deban ser completamente mecanizadas. Los pernos y tuercas semiacabados y acabados (fig. 12-17) presentan un disco o superficie de asiento, o bien tienen los vértices achaflanados, con un diámetro igual a la distancia entre caras opuestas. El grosor del disco de asiento es de aproximadamente $\frac{1}{64}$ " ($\approx 0,4$ mm).

12.15 Cabezas de perno y tuercas de la serie corriente. Para su representación pueden emplearse las proporciones dadas en las figuras 12-18 y 12-19. El ángulo del chaflán puede dibujarse a 30° ya sea en formas hexagonales ya en cuadradas. (Sin embargo, las normas precisan que para la forma cuadrada debe ser de 25° .) Los radios de los ar-

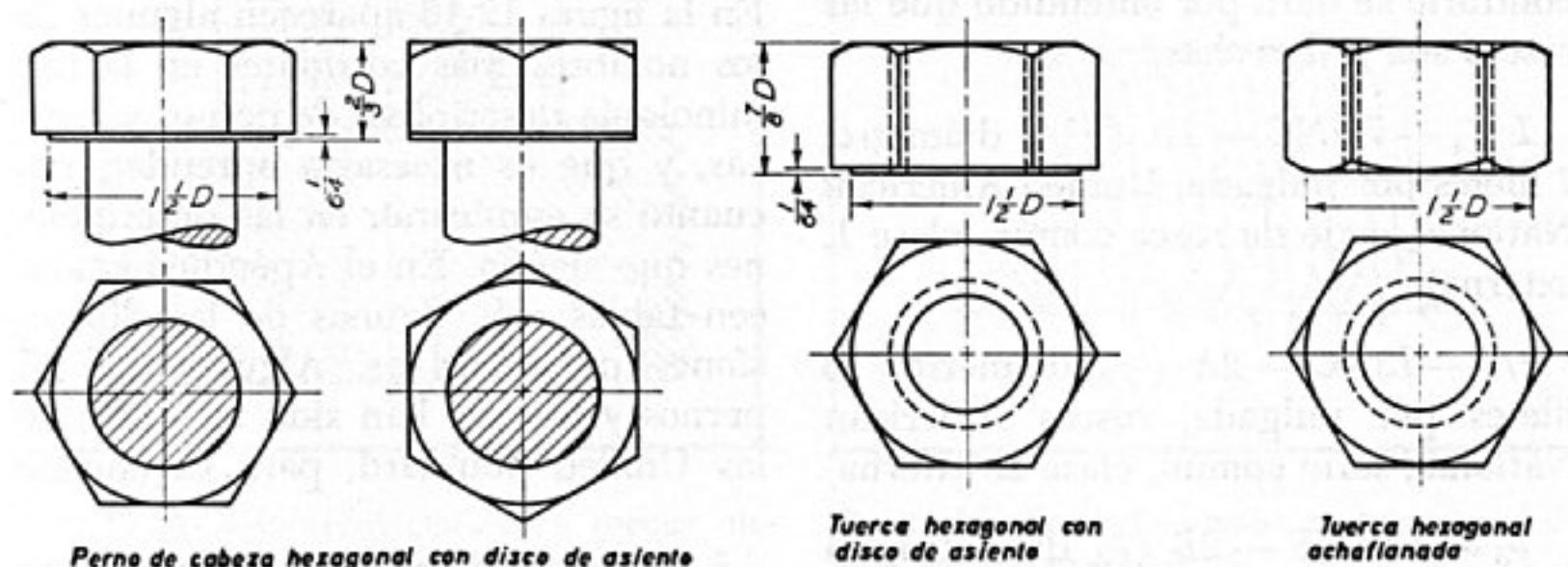


Fig. 12-17 Cabezas de pernos y tuercas con disco o cara de asiento.

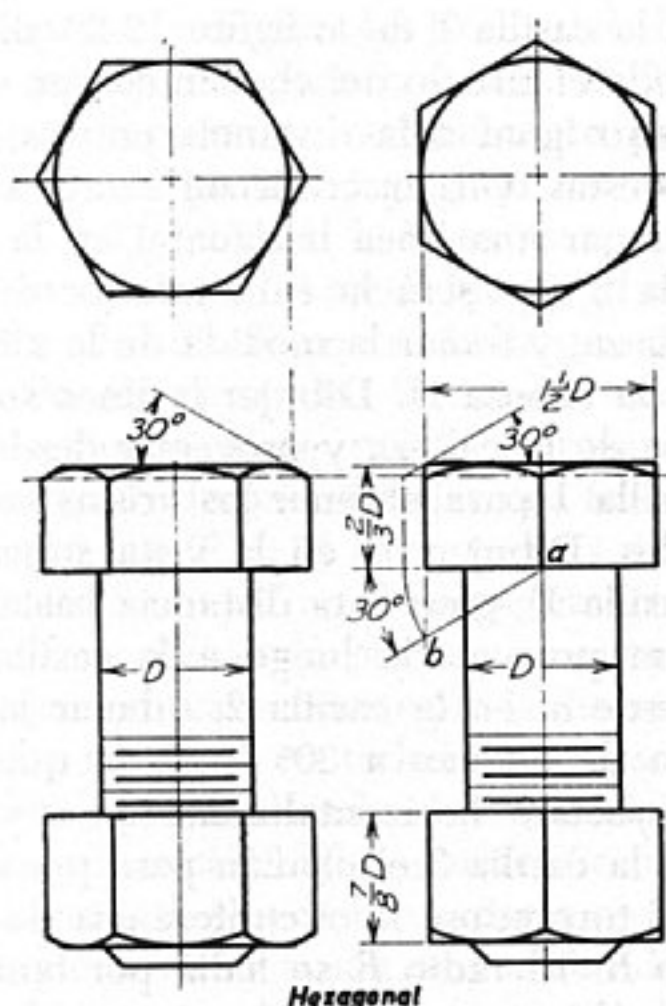


Fig. 12-18 Cabeza de perno y tuerca hexagonales de la serie corriente.

cos se encontrarán por tanteo hasta que cumplan las condiciones precisas. Obsérvese que la mitad de la distancia entre ángulos opuestos, ab , puede ser hallada mediante la construcción indicada en la figura.

12-16 Cabezas de perno y tuercas de la serie gruesa. Para su representación

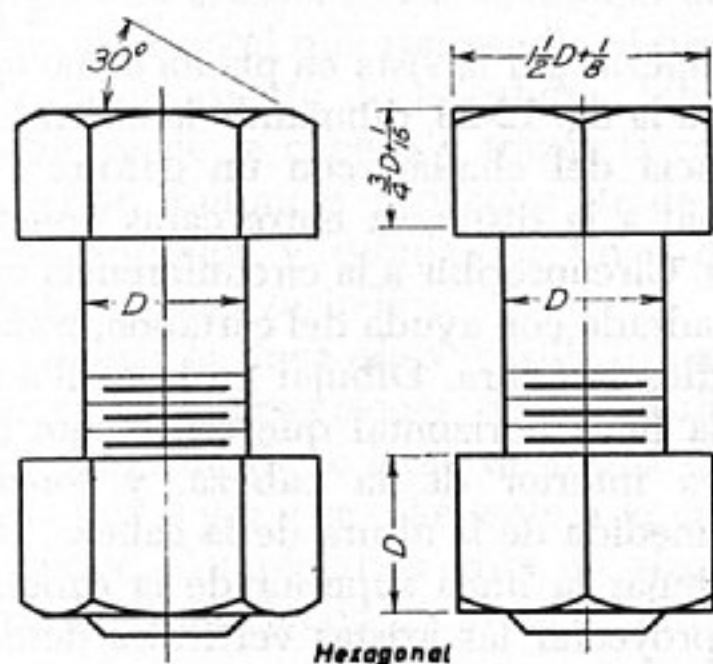


Fig. 12-20 Cabeza de perno y tuerca hexagonales de la serie gruesa.

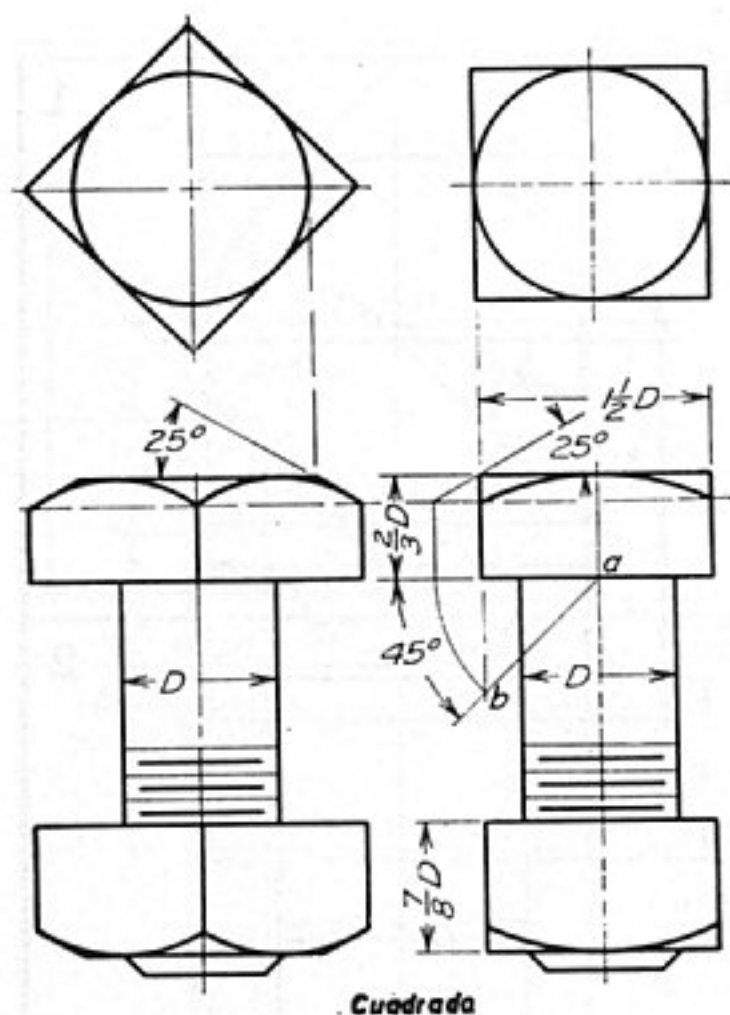


Fig. 12-19 Cabeza de perno y tuerca cuadradas de la serie corriente.

pueden emplearse las proporciones dadas en las figuras 12-20 y 12-21.

12-17 Representación de una cabeza cuadrada de perno según su ancho entre caras. (Para la serie corriente, $W = 1 \frac{1}{2} D$ y $H = \frac{2}{3} D$. Para la serie gruesa, $W = 1 \frac{1}{2} D + \frac{1}{8}$ y $H = \frac{3}{4} D + \frac{1}{16}$.) Empezar por la vista en planta tal como

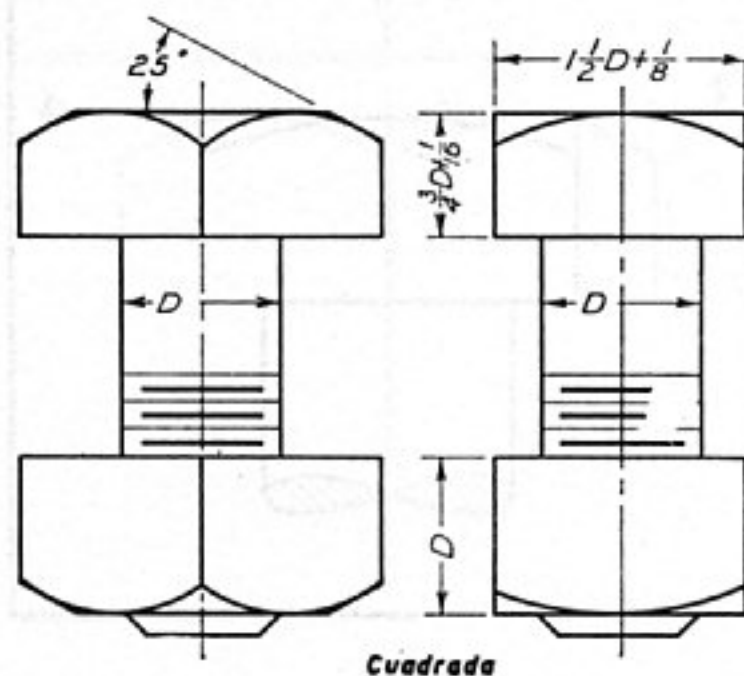


Fig. 12-21 Cabeza de perno y tuerca cuadradas de la serie gruesa.

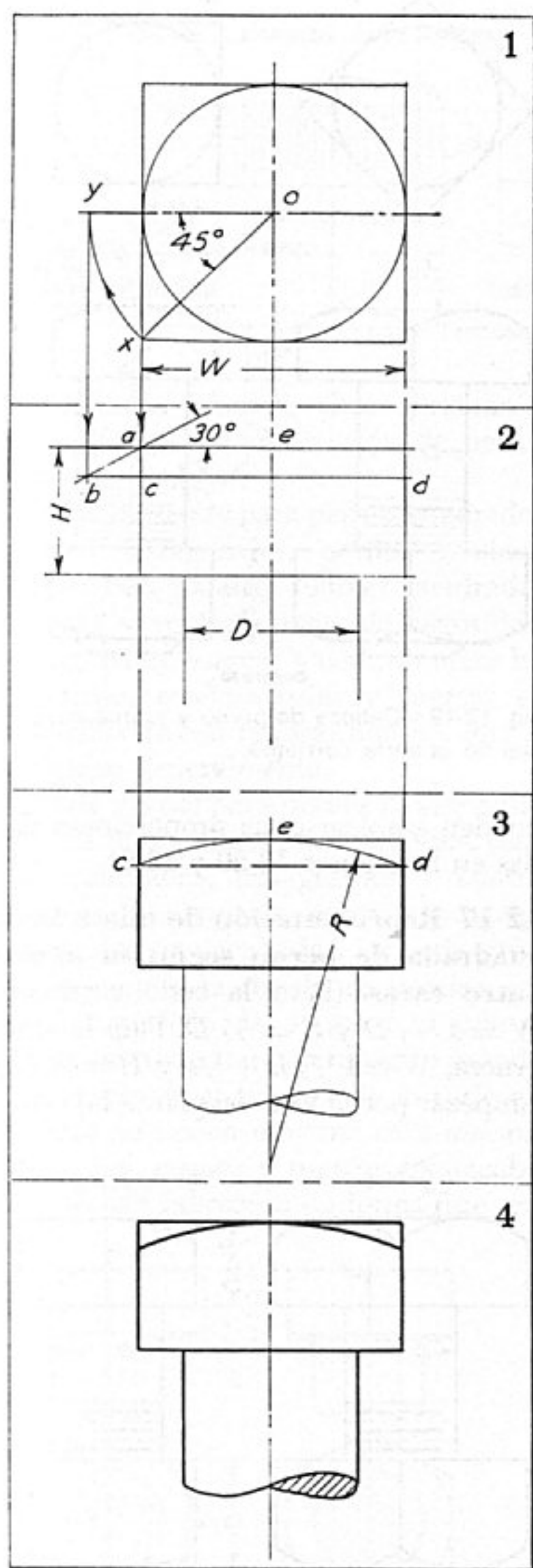


Fig. 12-22 Dibujo de una cabeza de perno, cuadrada, según su ancho entre caras.

en la casilla 1 de la figura 12-22, dibujando el círculo del chaflán con un diámetro igual a la distancia entre caras opuestas. Circunscribir un cuadrado. Dibujar una línea horizontal en la casilla 2 que será la cara inferior de la cabeza, y tomar la medida de la altura de la cabeza H . Dibujar la línea superior de la cabeza y proyectar desde la casilla 1 para obtener las aristas verticales. Dibujar ox en la vista superior (casilla 1), girar esta distancia hasta oy para proyectarla luego a la casilla 2. Desde a , en la casilla 2, dibujar la línea de chaflán a 30° hasta b , que se proyectará horizontalmente en c y d . En la casilla 3 el chaflán pasa por c , e y d trazándose la circunferencia de radio R . El radio R se halla por tanteo. Por último completar la vista como en la casilla 4.

Se aplica el mismo método para dibujar una tuerca, teniendo en cuenta que en ella la altura es $T = \frac{7}{8} D$ para tuercas de la serie corriente y $T = D$ para tuercas gruesas.

12.18 Representación de una cabeza de perno cuadrada según su ancho máximo. (Para la serie corriente $W = 1\frac{1}{2} D$ y $H = \frac{2}{3} D$. Para la serie gruesa $W = 1\frac{1}{2} D + \frac{1}{8}$ y $H = \frac{W}{2}$).

Empezar por la vista en planta como indica la fig. 12-23, dibujando la circunferencia del chaflán con un diámetro igual a la distancia entre caras opuestas. Circunscribir a la circunferencia un cuadrado con ayuda del cartabón, como indica la figura. Dibujar en la casilla 2 una línea horizontal que represente la cara inferior de la cabeza, y tomar la medida de la altura de la cabeza, H . Dibujar la línea superior de la cabeza y proyectar las aristas verticales desde la casilla 1. Proyectar el diámetro de la circunferencia del chaflán desde la vis-

ta superior y dibujar las líneas del chaflán tal como indica la casilla 2. Proyectar el punto x verticalmente para obtener los puntos f y g en las casillas 2 y 3, y dibujar la línea recta bcd . Entonces trazar los arcos bfc y cgd mediante el radio R que se halla por tanteo. Por fin, completar la vista tal como en la casilla 4. Se puede emplear el mismo método para dibujar una tuerca, excepto que $T = \frac{7}{8} D$ en tuercas de la serie corriente y $T = D$ en tuercas gruesas. Las cabezas de perno y tuercas se dibujan generalmente según la diagonal (ancho máximo) en todas las vistas de diseños, prescindiendo de su posición en la proyección del conjunto. Se hace para mostrar el máximo espacio requerido y con vistas a una mayor claridad. También evita que las tuercas y cabezas hexagonales sean confundidas con las cuadradas.

12.19 Representación de cabezas de perno hexagonales según su ancho máximo (Fig. 12-24). Empezar por la vista en planta tal como muestra la casilla 1, dibujando la circunferencia del chaflán con un diámetro igual a W , que es la distancia entre caras opuestas. Dibujar el hexágono circunscrito mediante las líneas 1, 2, 3, 4, 5, 6.⁴ Para la vista en alzado, casilla 2, dibujar una línea horizontal que represente el disco o cara de asiento de la cabeza. Medir la altura de la cabeza y trazar la cara superior. Entonces proyectar desde la vista superior y dibujar la línea del chaflán, como se indica.

Dibujar la línea $abcd$ (casilla 3) para situar las intersecciones de los chaflanes. El radio R_1 se halla de forma que pase por b y c y sea tangente a la cara superior. Completar la vista en alzado (casilla 4) dibujando los arcos de radios

⁴ Ver los métodos para dibujar hexágonos en los párrafos 4.12 y 4.13.

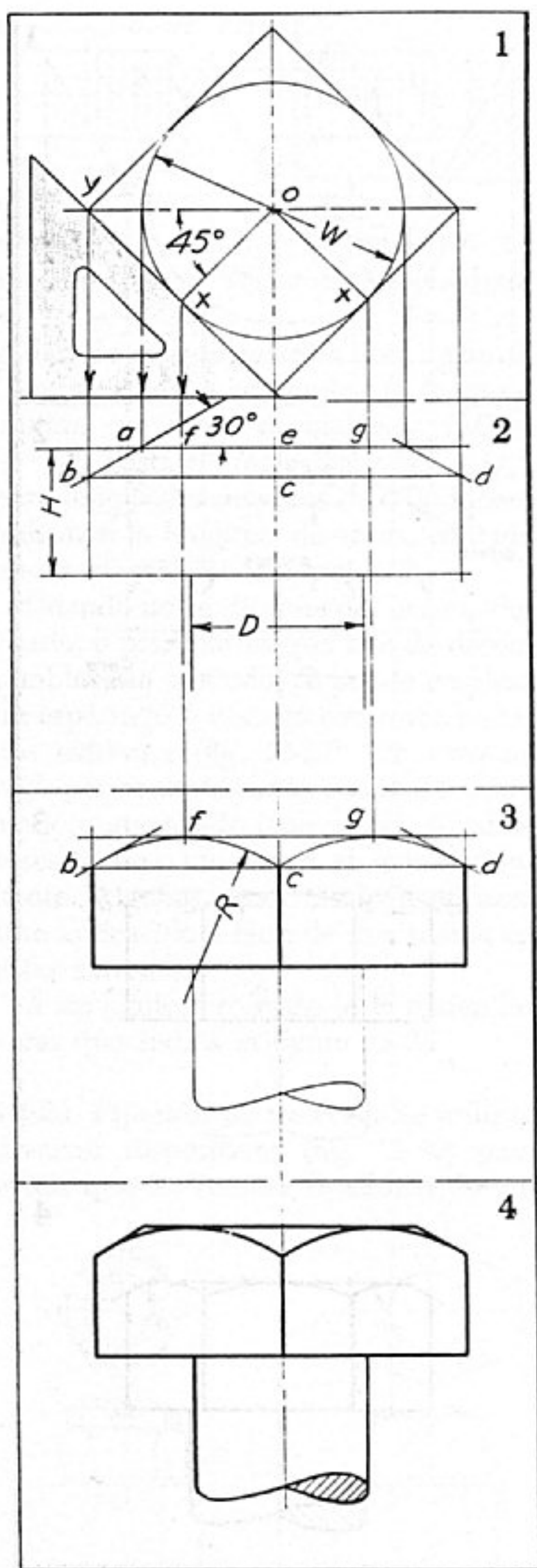


Fig. 12-23 Dibujo de una cabeza de perno cuadrada según su ancho máximo.

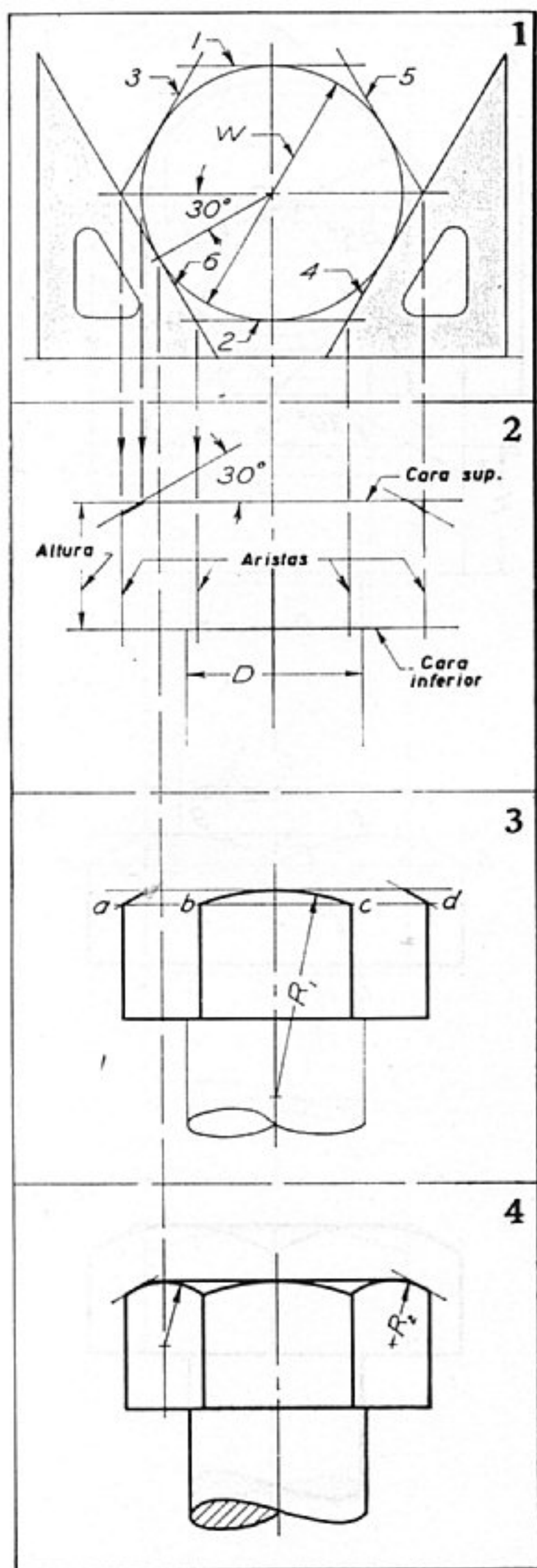


Fig. 12-24 Dibujo de una cabeza de perno hexagonal según su ancho máximo.

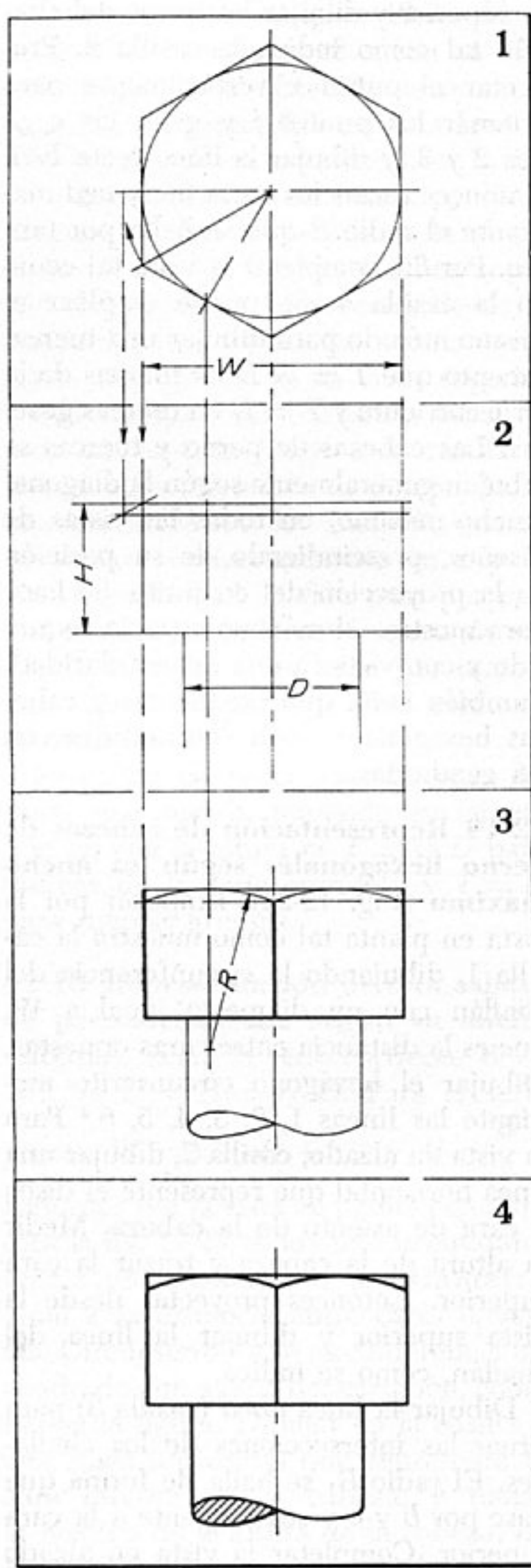
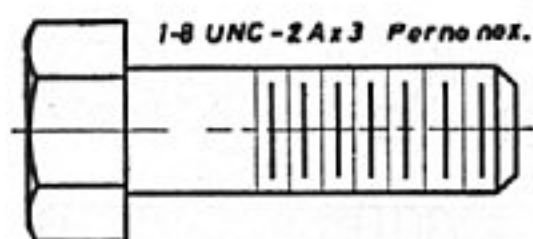
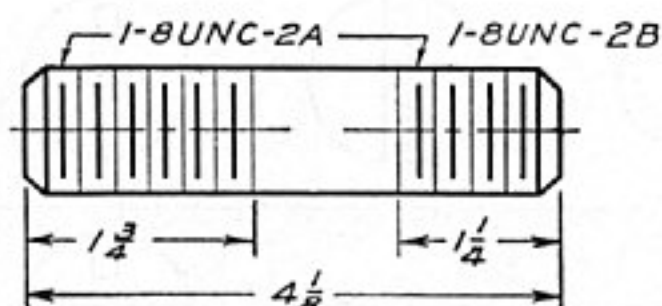


Fig. 12-25 Dibujo de una cabeza de perno hexagonal según su ancho entre caras.



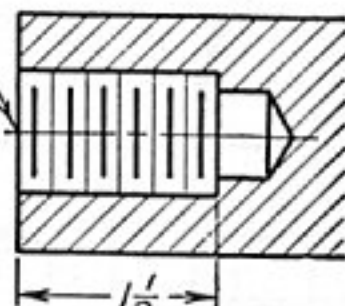
Perno

Fig. 12-26 Perno.



Espárrago roscado

Fig. 12-27 Espárrago roscado.



Agujero roscado

Fig. 12-28 Agujero roscado.

R_2 (tangentes a la línea superior y que pasen por a y b el arco de la izquierda, y por c y d el de la derecha. Se pueden trazar por tanteo.

Para dibujar una cabeza de perno hexagonal según su ancho entre caras, se procede tal como viene indicado en la figura 12-25.

También pueden dibujarse tuercas hexagonales con la misma construcción, pero adviértase la diferencia entre la altura de la cabeza y el grosor de la tuerca.

12-20 Cabezas de perno y tuercas.

Todas ellas tienen dimensiones perfectamente estandarizadas, de forma que no es necesario acotarlas en los dibujos. Las referencias necesarias de un perno normalizado se colocan por medio de una nota como indica la figura 12-26, en que se lee: 1" de diámetro, 8 filetes por pulgada, serie de rosca común UNC, clase de ajuste 2A, 3 pul-

gadas de largo, cabeza hexagonal. Siempre que no se emplee la longitud mínima de rosca normalizada ($2D + 1/4$ ", hasta 6" inclusive y $2D + 1/2$ " para longitudes mayores de 6"), deberá indicarse la longitud de rosca, contada desde el extremo del perno.

Cuando no se dispone del perno adecuado, o para partes que han de desensamblarse a menudo, se puede emplear un espárrago o vástago con rosca en los dos extremos (fig. 12-27). Un extremo está permanentemente roscado a un agujero aterrajado (con rosca), siéndole roscada una tuerca en el extremo saliente. Algunas veces también encuentran aplicación a base de una tuerca en cada extremo.

A un agujero roscado se le ponen las cotas que indica la figura 12-28.

12-21 Fijación de tuercas. Se utilizan diversos dispositivos (fig. 12-29) para evitar que las tuercas se aflojen duran-

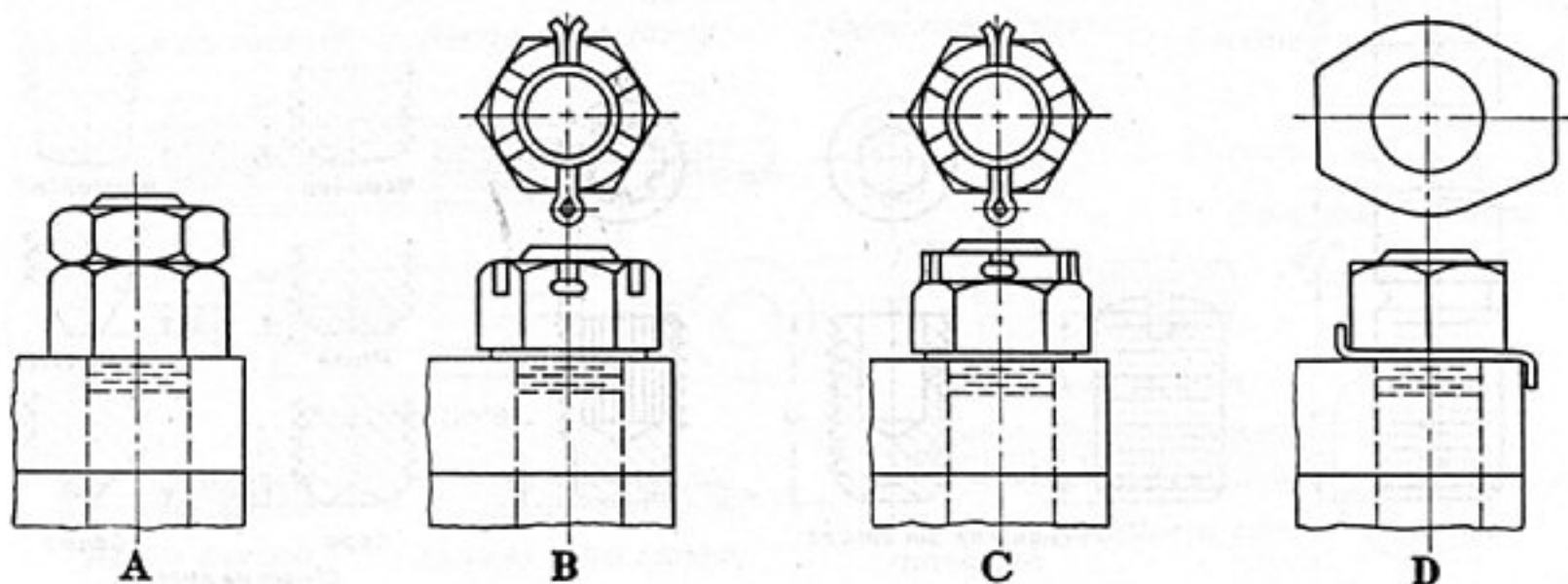


Fig. 12-29 Fijación de tuercas.

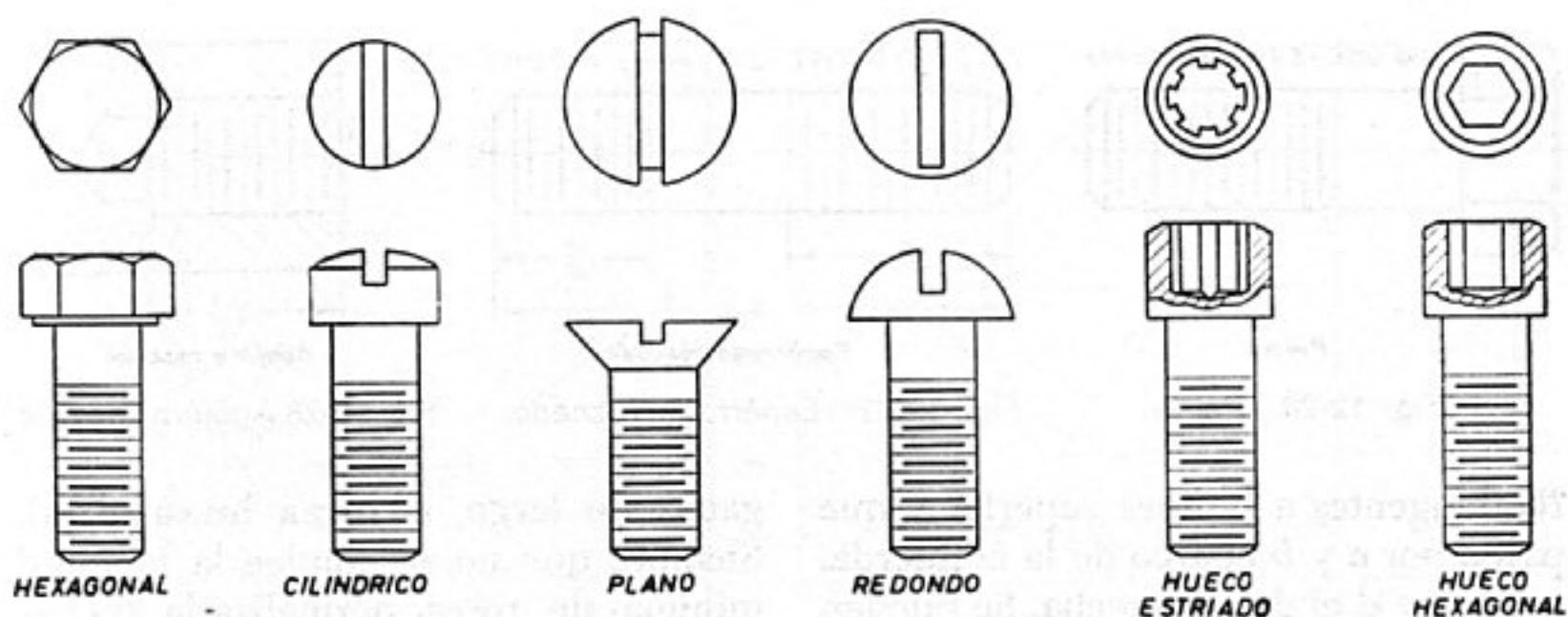


Fig. 12-30 Tornillos con cabeza.



Fig. 12-31 Tornillos de máquina.

te el trabajo. Pueden ser empleados muchos sistemas patentados. En A aparece una contratuerca de seguridad, una tuerca con ranuras en B, otra con cuello ranurado en C, y por fin una tuerca con chapa de seguridad en D. En las formas B y C se requieren además unos pasadores.

12.22 Tornillos con cabeza. Se emplean para ensamblar dos partes, una con agujero pasante y otra con agujero roscado en que se aprieta el tornillo. En la figura 12-30 pueden verse diversos tornillos American Standard; algunas de las dimensiones generales se dan en el apéndice, página 535.

12.23 Tornillos de máquina. Se emplean cuando se precisan pequeños diámetros. Las medidas de menos de $\frac{1}{4}$ "

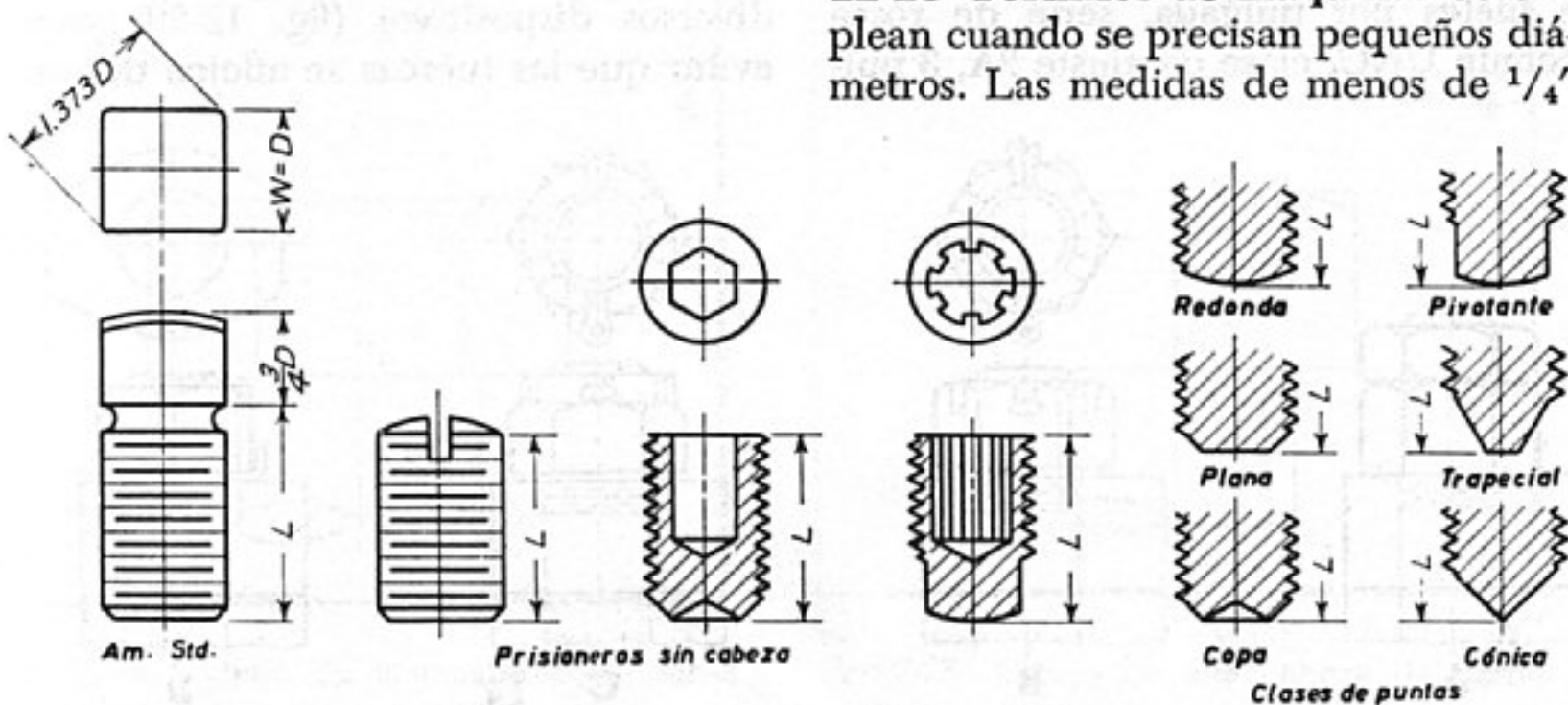


Fig. 12-32 Tornillos de posición (prisioneros).

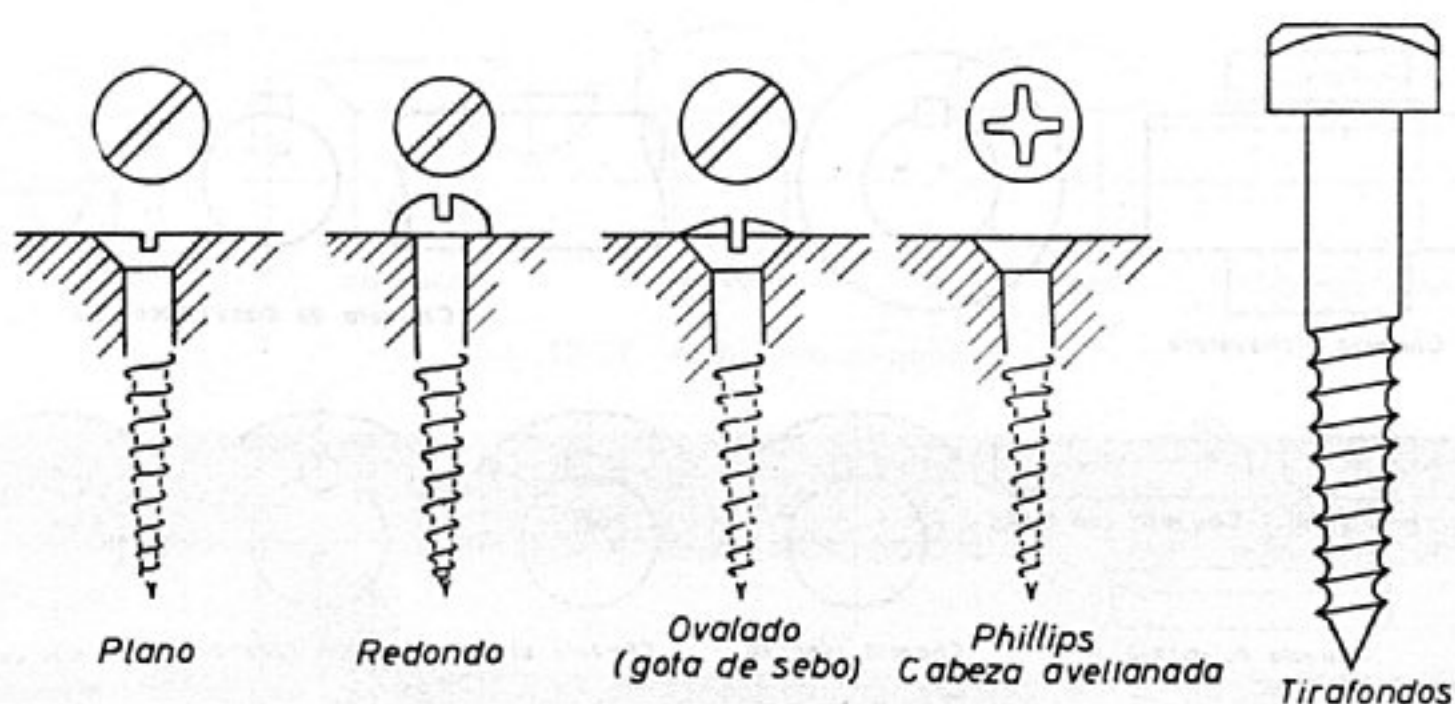


Fig. 12-33 Tornillos para madera y tirafondo.

(≈ 6 mm) de diámetro se especifican mediante un número. En la figura 12-31 aparecen diversos tornillos de máquina American Standard, y algunas de las dimensiones se dan en el apéndice página 536.

12-24 Tornillos de posición (prisioneros) (Fig. 12-32). Se emplean para mantener dos piezas en una determinada posición relativa, roscando a través de un agujero roscado en una pieza, y presionando sobre la otra. Algunas di-

mensiones de estos tornillos, American Standard, vienen en el apéndice, página 537.

12-25 Tornillos para madera (Figura 12-33). Pueden ser de acero, latón, o aluminio, y adoptan diferentes formas. Los tornillos de acero pueden ser, a su vez brillantes (acabado natural), pavonados, galvanizados, revestidos de cobre; algunas veces, tanto los tornillos de acero como de latón, pueden ser niquelados. En los tornillos con cabeza

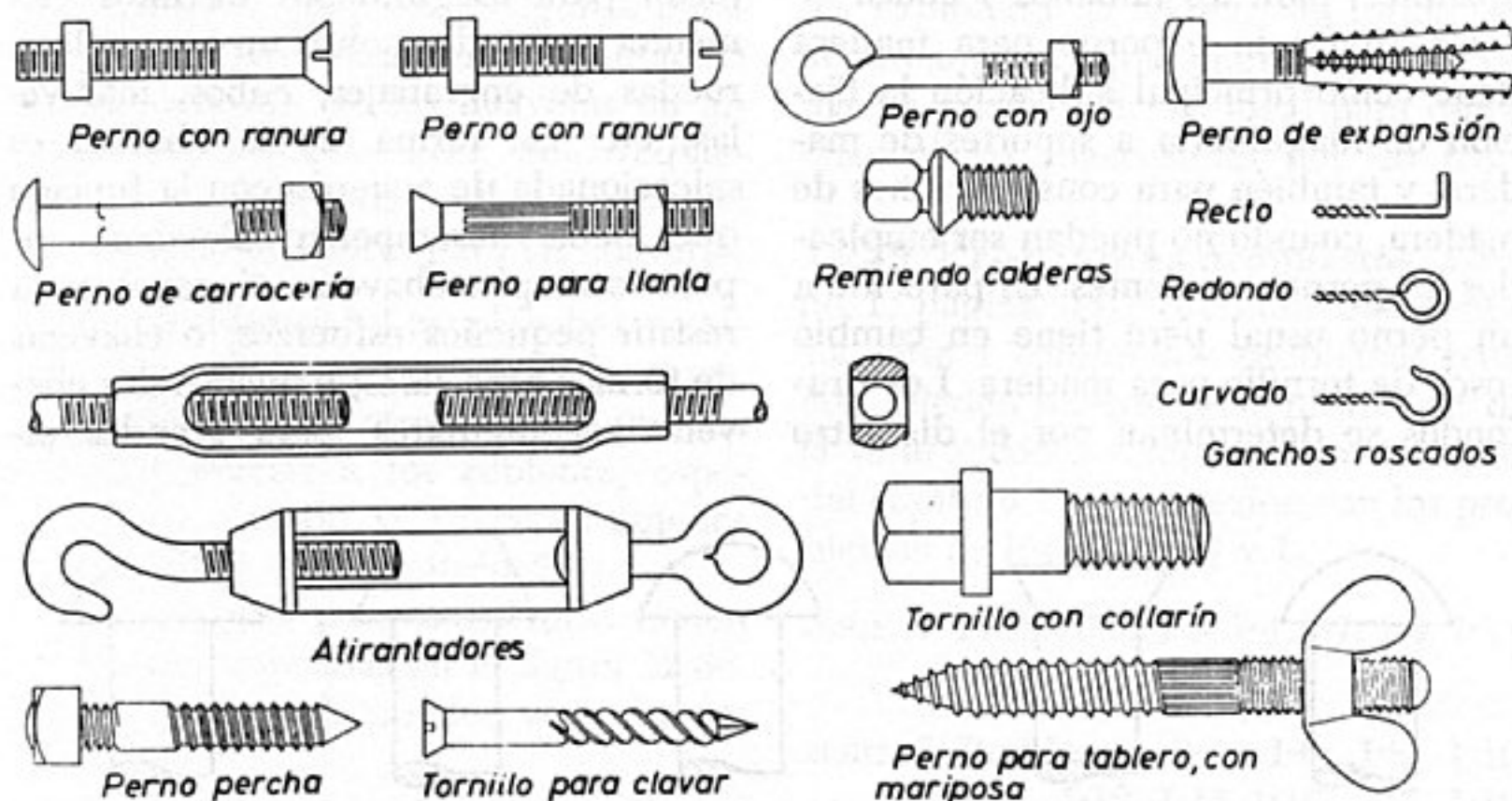


Fig. 12-34 Tornillos y pernos especiales.

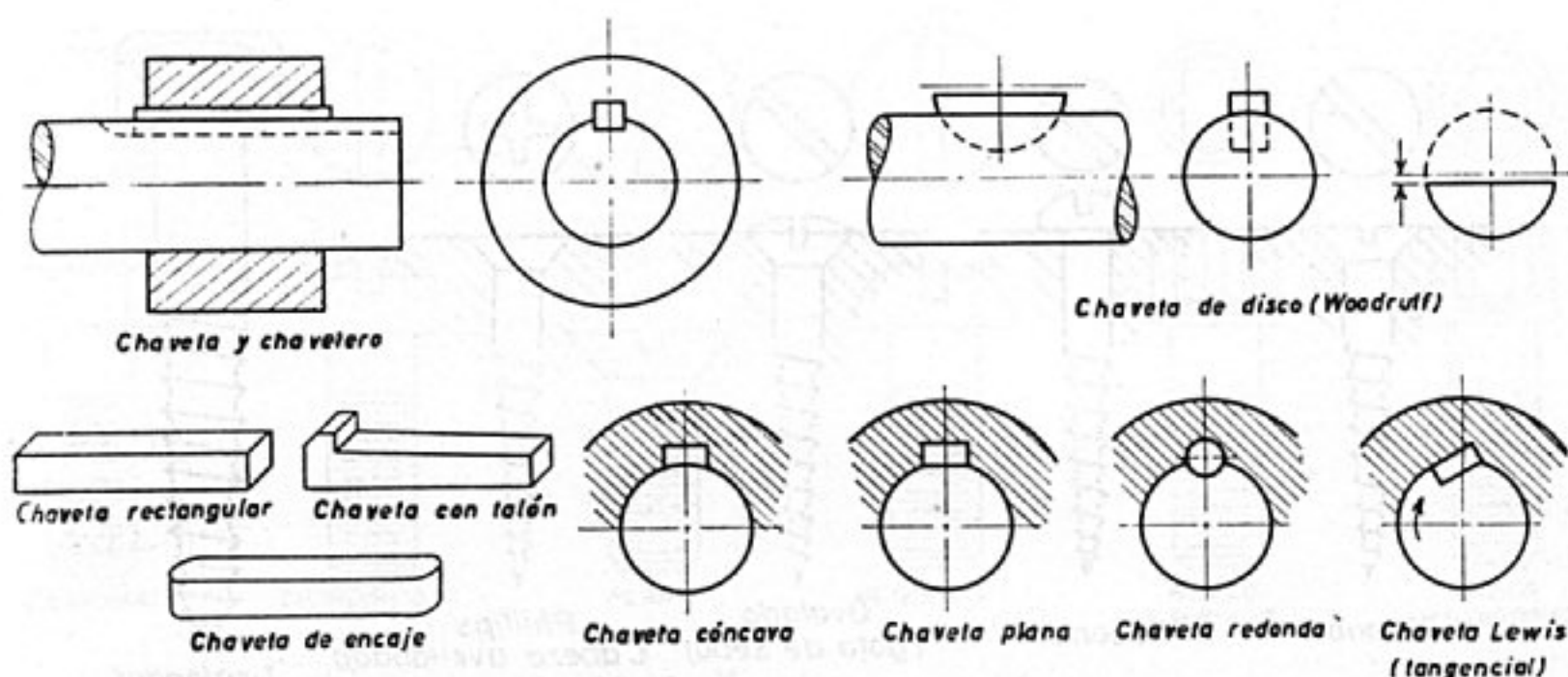


Fig. 12-35 Chavetas.

redonda sobresale la cabeza por encima de la madera; los de cabeza plana quedan hundidos a nivel de la madera. Pueden dibujarse como se indica en la figura. Se les especifica por medio de una cifra, la longitud, tipo de cabeza, y acabado. La longitud de los tornillos de cabeza plana es la total del tornillo; en los de cabeza redonda se da la distancia desde la base de la cabeza hasta la punta; en los tornillos de cabeza ovalada desde el diámetro mayor de la cabeza hasta la punta. Ver página 538, apéndice, para los tamaños y cotas.

Un tirafondo o perno para madera tiene como principal aplicación la fijación de maquinaria a soportes de madera, y también para construcciones de madera, cuando no puedan ser empleados los pernos corrientes. Es parecido a un perno usual pero tiene en cambio rosca de tornillo para madera. Los tirafondos se determinan por el diámetro

y la longitud desde la base de la cabeza a la punta. Las proporciones de la cabeza son las mismas que en pernos usuales.

12.26 Otros elementos de sujeción roscados se muestran en la fig. 12-34; los nombres indican sus respectivas aplicaciones. Los tornillos con gancho y con ojo vienen determinados por el diámetro y la longitud total.

12.27 Chavetas (Fig. 12-35). Se emplean para asegurar los distintos elementos montados sobre un eje: poleas, ruedas de engranajes, cubos, manivelas, etc. La forma de la chaveta es seleccionada de acuerdo con la función que deba desempeñar. Pueden emplearse simples chavetas cóncavas, para resistir pequeños esfuerzos, o chavetas de formas especiales; e incluso dos chavetas rectangulares, para grandes es-

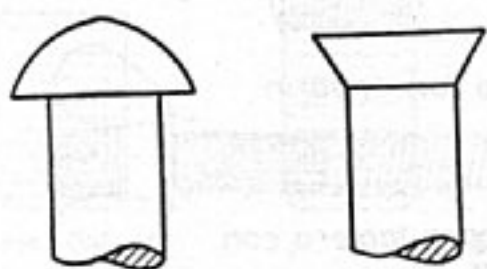


Fig. 12-36 Roblones para estructuras.



Fig. 12-37 Roblones para calderas.



Fig. 12-38 Roblones pequeños.

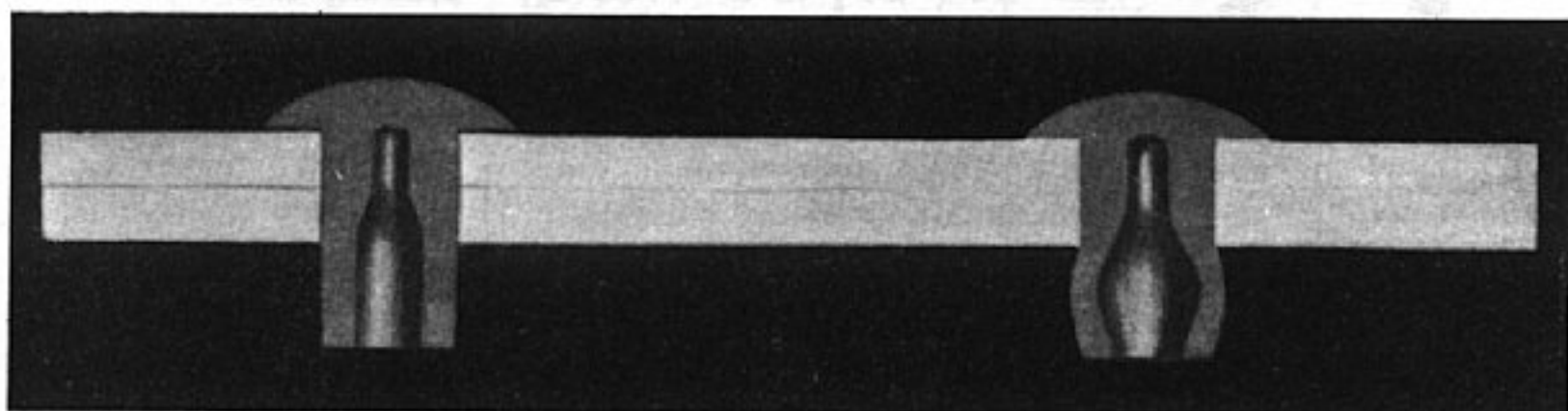


Fig. 12-39 Roblones de expansión. (Explosive Department, E. I. du Pont de Nemours & Company.)

fuerzos. La chaveta encajada corriente debe tener una anchura de aproximadamente un cuarto del diámetro del eje y un espesor desde los cinco octavos del ancho hasta el ancho completo. Las chavetas semicirculares vienen empleándose mucho en máquinas herramientas. Se fabrican en tamaños normalizados y se especifican con un número (ver apéndice, pág. 542). Algunos pasadores especiales han tenido aceptación como sustitutos de las chavetas en algunos casos particulares. Sólo requieren un agujero taladrado en vez del mecanizado necesario para las chavetas.

12-28 Roblones.⁵ Las planchas metálicas y perfiles de acero de estructuras, así como muchas otras partes, pueden juntarse gracias a los roblones, especialmente cuando se precisan uniones permanentes. Ver capítulo 22.

Los roblones para estructuras tienen las formas indicadas en la figura 12-36. En la figura 12-37 pueden verse los ro-

blones para depósitos y calderas. Los pequeños roblones American Standard (fig. 12-38) abarcan desde un diámetro de $\frac{3}{32}$ ($\approx 2,4$ mm) hasta $\frac{7}{16}$ (≈ 11 milímetros). Ver el apéndice, página 543, para las medidas de los remaches.

El roblón explosivo du Pont (figura 12-39) contiene una pequeña carga explosiva cuando es insertado. Una vez ha explotado la carga, se forma un abombamiento que impide que el remache pueda salir; es ideal para remachar piezas inaccesibles por un lado.

12-29 Problemas propuestos. Grupo I, página 431; presenta dos series. La serie 1 comprende problemas básicos. Pueden seleccionarse problemas de la serie 2 como complemento. Revisión del capítulo 12 en conexión con los problemas de los grupos J y L.

SERIE 1 Problemas I-3, I-4, I-7, I-9, I-13, I-14, I-18, I-21

SERIE 2 Problemas I-1, I-6, I-8, I-10, I-11, I-12, I-15, I-16, I-17, I-19, I-20, I-22, I-23, I-24, I-25.

⁵ También se emplea la soldadura. Ver capítulo 17.

13 Dibujos de taller

13.1 Generalidades. Un dibujo de fabricación tiene que llevar toda la información necesaria para terminar una pieza o una máquina o estructura completas. El dibujo describe completamente la forma y tamaño, y especifica las clases de material a emplear, los procesos de fabricación y la exactitud requerida. En la figura 13-1 aparece un dibujo de fabricación para una pieza simple.

13.2 Los dibujos de fabricación están basados en representaciones por medio de proyecciones ortográficas (capítulo 5) con adición de cotas y anotaciones, tal como se ha descrito en los capítulos 10 a 12.

Tales dibujos deben cumplir con las normas de buen estilo y claridad que ya hemos indicado. Deben presentar contrastes, a base de dar a cada línea el valor que le corresponde, lo que

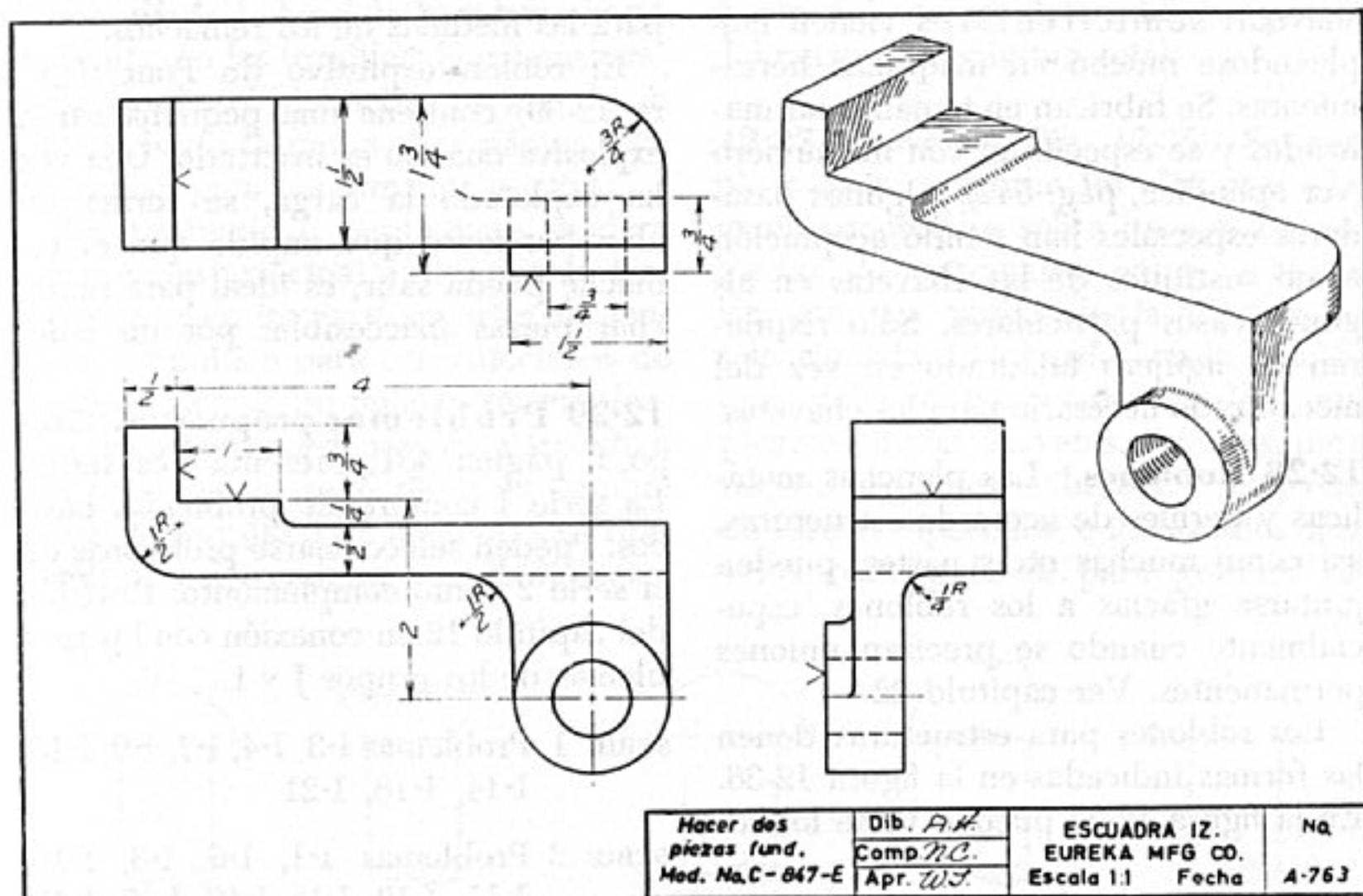


Fig. 13-1 Dibujo de fabricación.

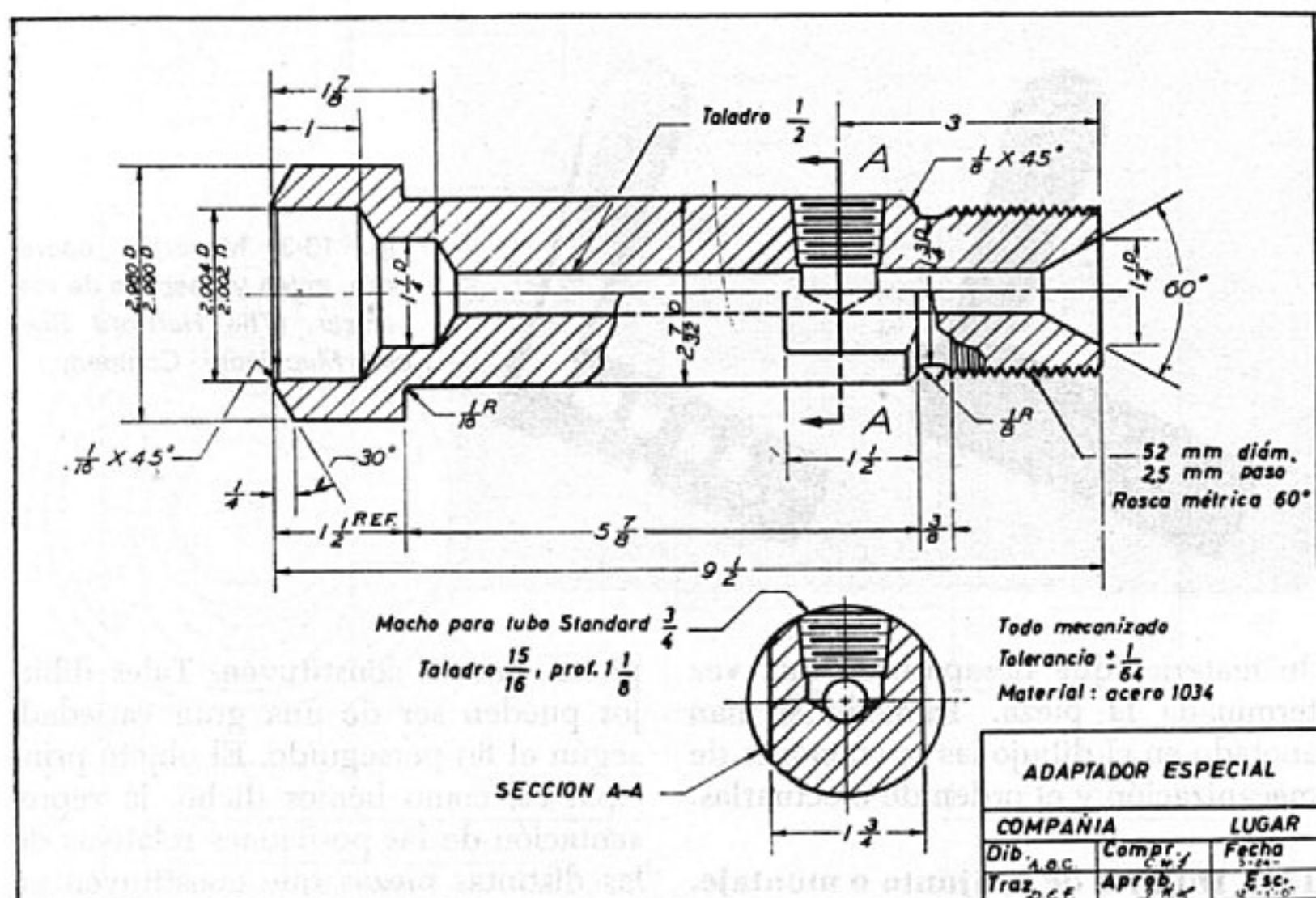


Fig. 13-2 Dibujo de despiece.

ayuda a interpretar los dibujos. Es sumamente importante conseguir figuras fáciles de leer, un rotulado uniforme, y un correcto empleo de términos y símbolos estandarizados. Una vez completado el dibujo deberá comprobarse minuciosamente para corregir los posibles errores e introducir las oportunas mejoras, antes de ser sometido a aprobación.

13.3 Dibujos de despiece o de detalles. Son los que dan toda la información necesaria para la fabricación de una pieza. Constituyen la forma más simple, y debe ser una descripción completa y detallada de la pieza, con las vistas cuidadosamente seleccionadas y las cotas en la posición correcta. A veces, para una misma pieza se hacen diferentes dibujos de detalle, cada uno con su función específica, por ejemplo, uno para el modelista, otro para el for-

jador, el soldador, el montador, etc. Cada uno de dichos dibujos contiene sólo las dimensiones y detalles que interesan al operario a que van destinados. En la figura 13-2 aparece uno de estos dibujos de despiece del tipo corriente en la práctica.

Cuando hay que fabricar grandes series de una misma máquina es corriente hacer un dibujo de detalles para cada pieza en hojas separadas, especialmente cuando algunas de las partes son comunes a otros tipos de máquinas. Si hay un gran número de piezas que entran en la fabricación de una sola máquina, se pueden agrupar varios dibujos de detalles en una sola hoja de formato grande.

La figura 13-3 muestra una pieza forjada, antes y después de ser mecanizada. El dibujo de fabricación de dicha pieza aparece en la figura 13-4. Obsérvese cómo se han destacado las partes

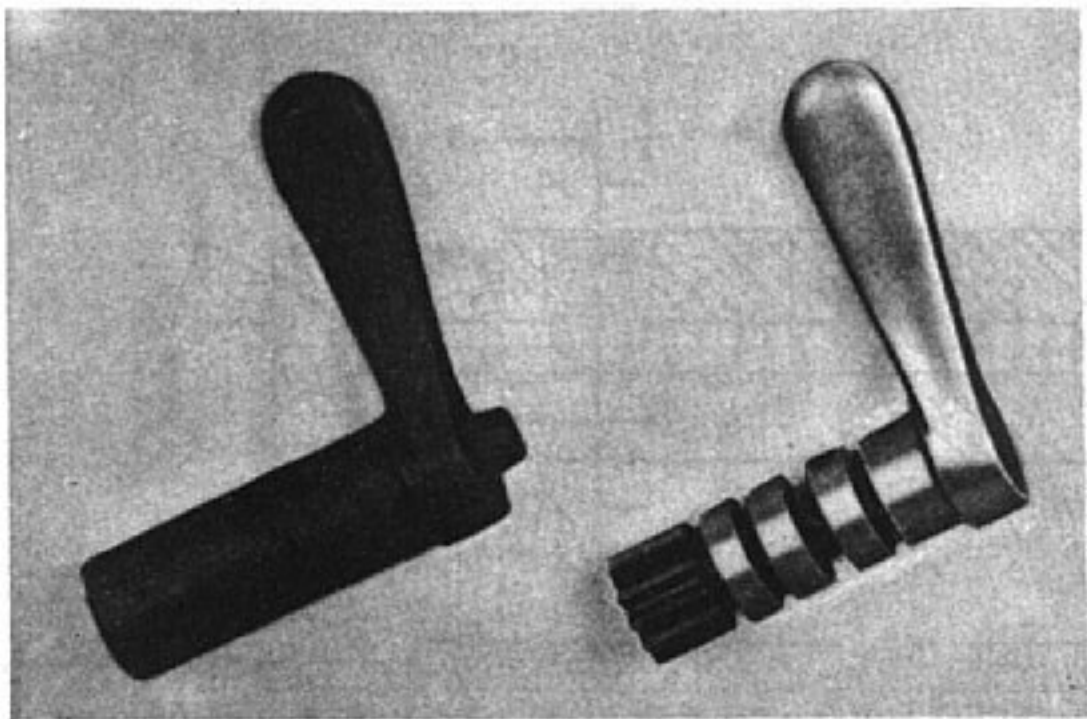


Fig. 13-3 Manecilla operadora, antes y después de mecanizar. (The Hartford Special Machinery Company.)

de material que desaparecen una vez terminada la pieza. También se han anotado en el dibujo las operaciones de mecanización y el orden de efectuarlas.

13.4 Dibujos de conjunto o montaje. Son los que ilustran sobre la disposición y el aspecto de una máquina o parte de la misma, una vez ensambladas las

piezas que la constituyen. Tales dibujos pueden ser de una gran variedad, según el fin perseguido. El objeto principal es, como hemos dicho, la representación de las posiciones relativas de las distintas piezas que constituyen un conjunto, además del de mostrar el aspecto de este último una vez montado. Cuando el número de piezas que cons-

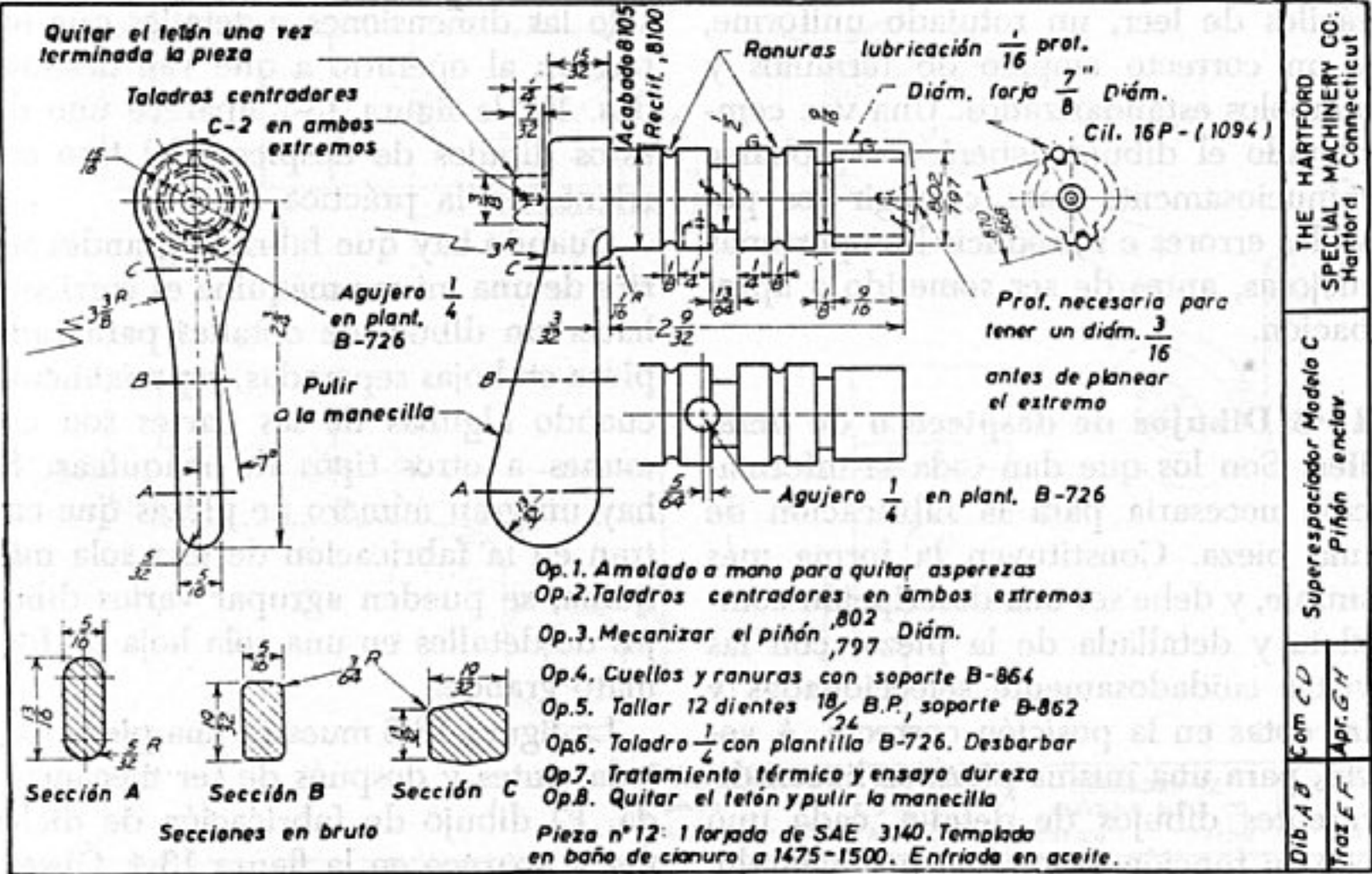


Fig. 13-4 Dibujo de fabricación de la pieza mostrada en la figura 13-3.

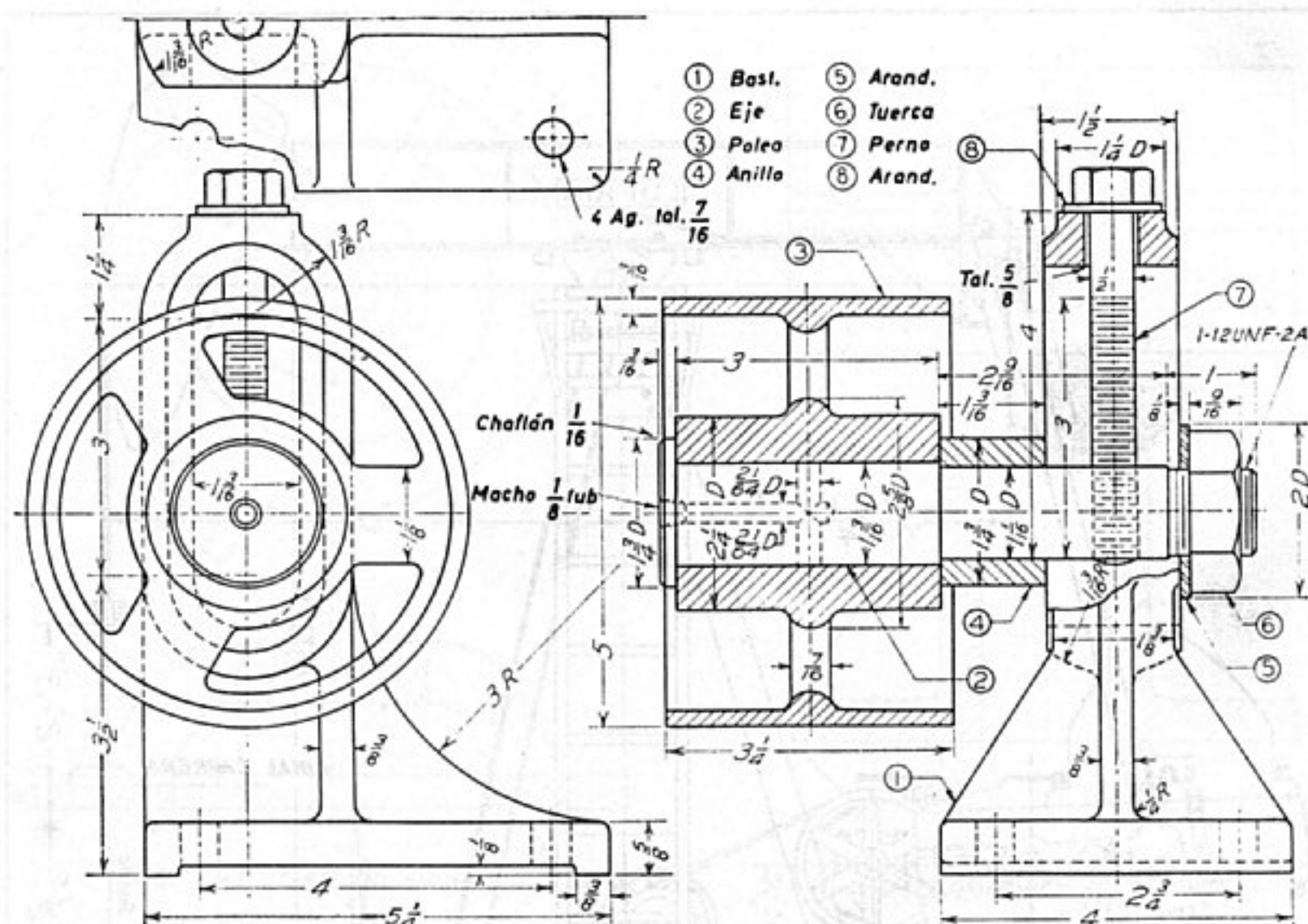


Fig. 13-5 Ejemplo de un dibujo de conjunto.

tituyen un conjunto es reducido, el mismo dibujo global puede servir para describir la forma, dimensiones y detalles de las piezas constituyentes. Tal es el caso del mecanismo de la figura 13-5. En general, los muebles y las construcciones en madera pueden representarse por medio de dibujos de conjunto con la adición de detalles a mayor escala y vistas parciales.

En el dibujo de máquinas, los dibujos de conjunto se hacen a escala reducida indicando solamente las medidas principales, tales como dimensiones totales y distancias entre centros y ejes de simetría. Se omiten todas o casi todas las líneas ocultas, y, si la escala es muy reducida, también se omiten los detalles de poca importancia. El martillo mecánico de la figura 13-6 es un ejemplo de ello.

Se pueden mostrar vistas exteriores

o en sección. Cuando el objeto principal de la representación es mostrar el aspecto general, serán suficientes una o dos vistas.

Debido al tamaño de algunos dibujos de conjunto, podrá ser necesario dibujar las diferentes vistas en hojas separadas. En este caso se empleará la misma escala en todas las hojas.

13.5 Selección de las vistas. La selección de las vistas de una pieza o conjunto cualquiera influye en la mayor o menor facilidad de interpretación del dibujo. Como mínimo se precisan dos vistas para una descripción completa. Como sea que un plano no es una fotografía, es conveniente escoger las vistas que requieran el menor esfuerzo para la interpretación. Cada vista debe aportar algún detalle que no tengan las otras, en caso contrario, por

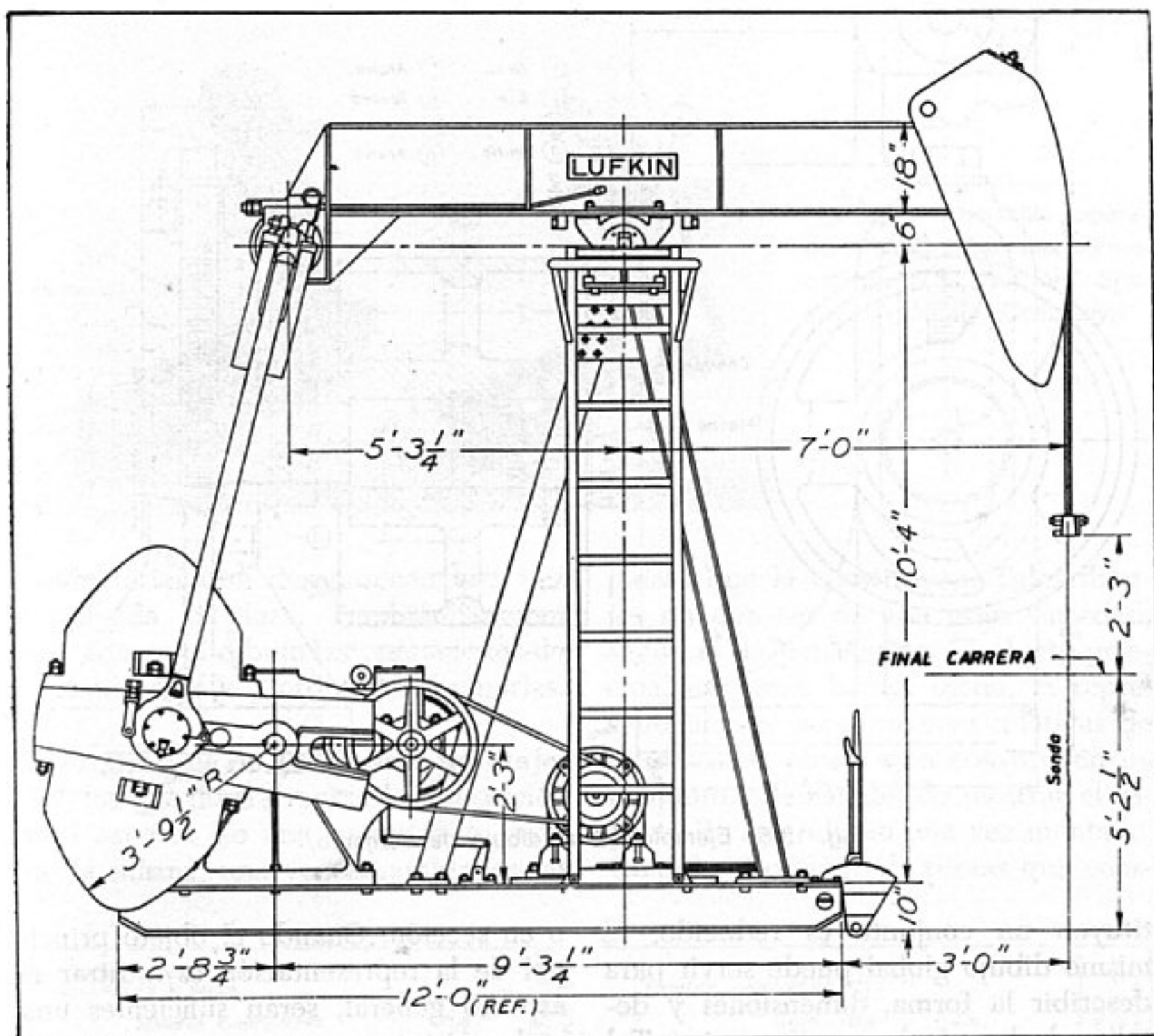


Fig. 13-6 Dibujo de conjunto simplificado. (Lufkin Foundry & Machine Company.)

no tener utilidad alguna, ya no debe dibujarse. Hay casos en que, mediante una nota adicional o por tratarse de una pieza estandarizada, con una vista es suficiente. Sin embargo, cuando se trata de piezas complejas no serán suficientes, para su representación, las tres vistas principales, debiéndose recurrir a otras que generalmente serán parciales auxiliares o en sección. Desde luego, cuando se dibuje el plano de cualquier pieza, hay que tener siempre bien presente quién lo va a utilizar y para qué.

La claridad y la exactitud con que están dados los datos para la construcción de la pieza, dan idea de la cali-

dad del proyectista que ha dibujado el plano.

13.6 Elección de la escala. Tres puntos hay que tener en cuenta para la elección de la escala en un plano de despiece. Son: 1) el tamaño necesario para poder mostrar todos los detalles; 2) el espacio preciso para poder dibujar todas las cotas sin interferencias; 3) el tamaño del papel que se utilizará. Siempre que sea posible, se harán los planos de despiece a tamaño natural. En el párrafo 2.23 ya se han indicado las escalas que más corrientemente se emplean.

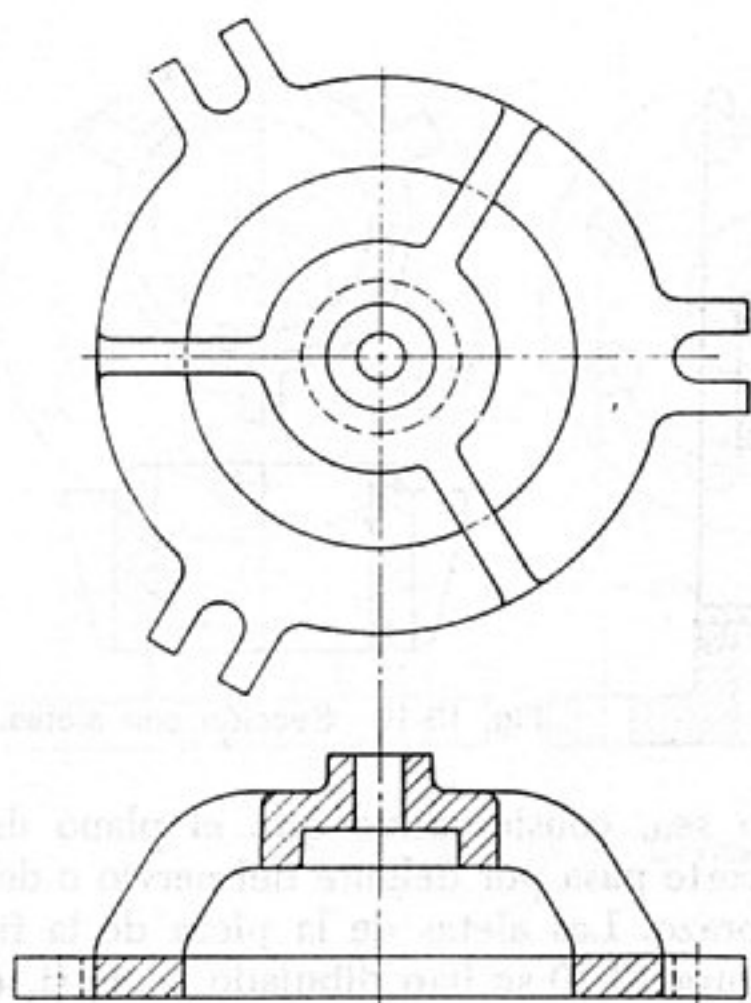


Fig. 13-7 Sección simétrica.

Cuando se tengan que dibujar en un mismo plano varios detalles, es conveniente emplear la misma escala para todos. Caso de que no sea posible, hay que indicarlo claramente. En dibujos de conjunto es a veces práctico añadir algún dibujo de despiece a mayor escala, pues se consigue mayor claridad. Los dibujos de conjunto se harán siempre a la mayor escala posible compatible con el tamaño del papel, pues en muchos casos, de esta manera, se pueden evitar dibujos de despiece. Los dibujos de plantillas para el corte de planchas se hacen siempre a tamaño natural, aunque deban sacarse de dibujos hechos a escala reducida.

13.7 Agrupación y distribución de piezas. Es práctica corriente agrupar todas las piezas de un mismo conjunto en un solo plano o en un grupo de planos, cuando se trata de piezas correspondientes a una sola máquina. Una disposición muy práctica es agru-

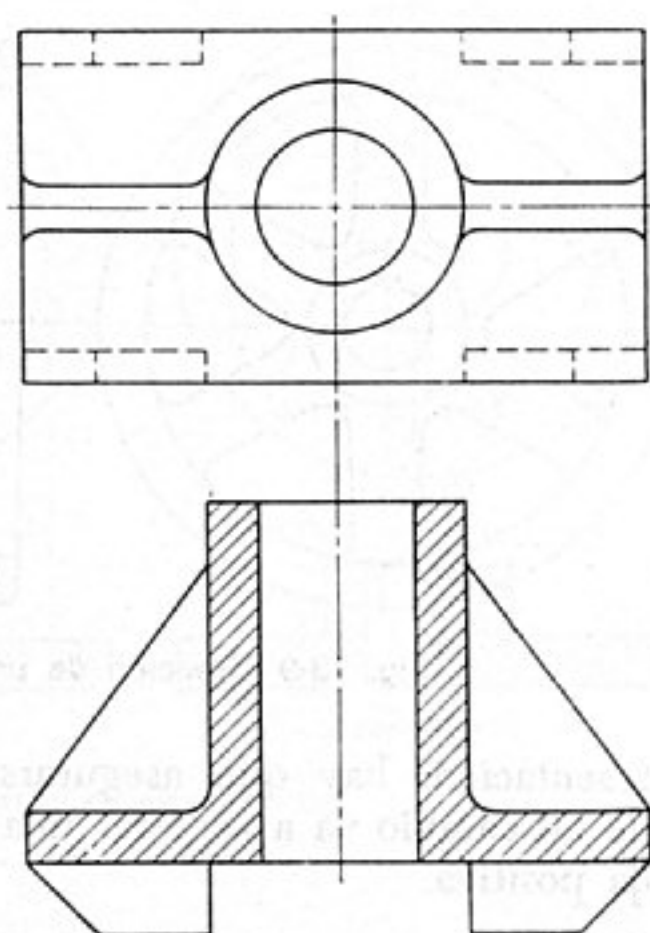


Fig. 13-8 Sección con nervios.

parlas por fases u operaciones, así todos los despieces de fundición se pondrán juntos, los de forja, los que van soldados, etc. En general, es conveniente dibujar las piezas en la posición que tendrán una vez montadas. También debe procurarse queden cercanas en el dibujo las piezas que deban ir ensambladas en el conjunto. Las piezas de gran longitud, tales como ejes y tornillos, se dibujan con su dimensión mayor paralela a la mayor del dibujo.

13.8 Representación convencional. Los principios en que se basa la representación de las formas y tamaños han sido explicados en capítulos precedentes, y constituyen la base de los planos de fabricación. Sin embargo, en algunos casos, y siempre para conseguir una mayor claridad de exposición, es aconsejable apartarse algo de estas reglas generales de representación. Desde luego, en cada caso y antes de proceder a un cambio de sistema de re-

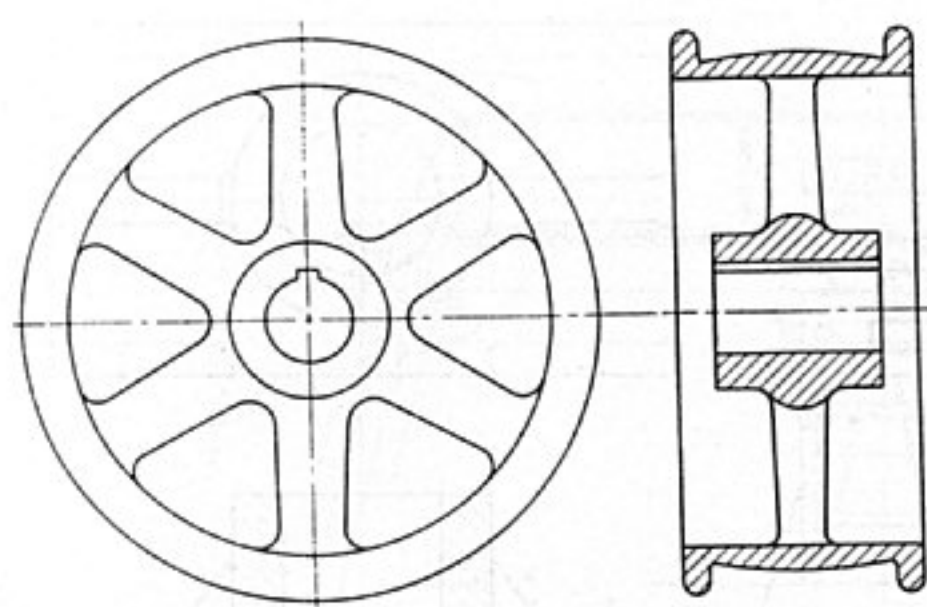


Fig. 13-9 Sección de una polea.

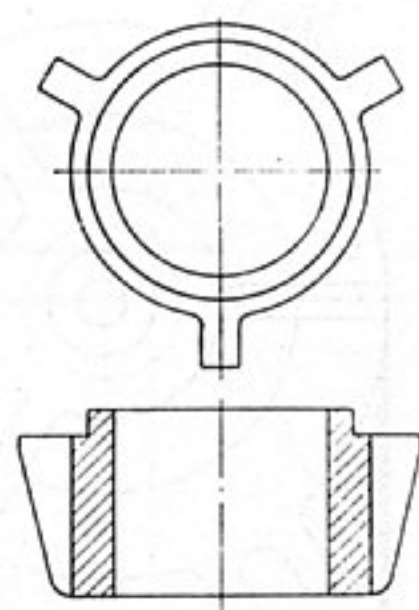


Fig. 13-10 Sección con aletas.

presentación, hay que asegurarse de que tal cambio va a reportar una ventaja positiva.

13-9 Vistas en sección. En el capítulo 8 se han explicado las reglas que rigen el dibujo de vistas en sección. De todas maneras, aquellas reglas tampoco se siguen con todo rigor. Así, la vista en sección de la pieza simétrica de la figura 13-7 resulta más clara, tal como se ha dibujado, que si se hubiera dibujado una sección real.

13-10 Cortes que interesan nervios, brazos, etc. Cuando un corte interesa un nervio o un brazo de polea se dibuja como en las figuras 13-8 y 13-9,

o sea, considerando que el plano de corte pasa por delante del nervio o del brazo. Las aletas de la pieza de la figura 13-10 se han dibujado como si se tratara de una pieza simétrica y en realidad no han sido cortadas. En piezas como la señalada, un corte verdadero daría una sensación de robustez y pesadez que no tiene la pieza. Los ejes, roblones y tornillos, se representan sin seccionar, tal como se ven en las figuras 13-11 a 13-13. En las vistas en corte de piezas como las de la figura 13-14, los taladros se dibujan a su verdadera distancia del centro, sin tener en cuenta su proyección real.

La sección rebatida de un brazo per-

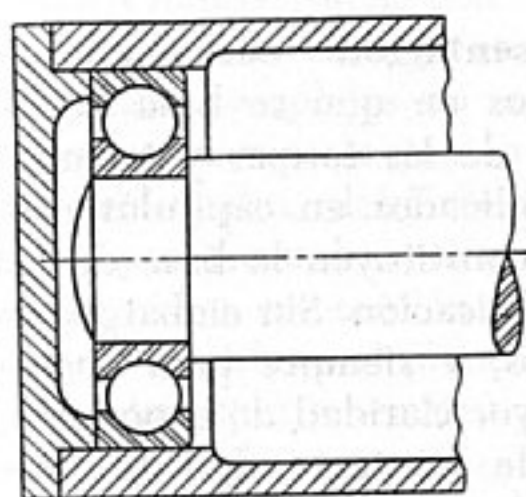


Fig. 13-11 Sección de un cojinete de bolas.

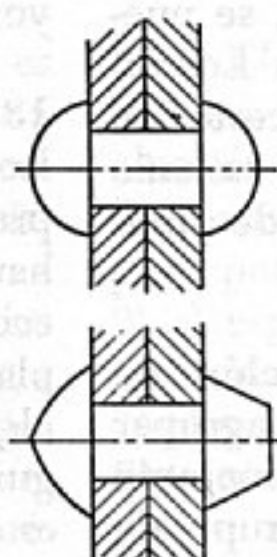


Fig. 13-12 Remaches.

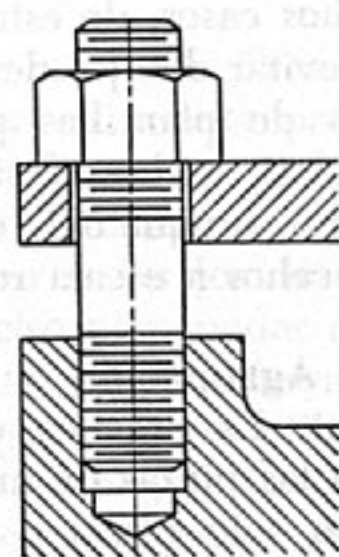


Fig. 13-13 Espárrago roscado.

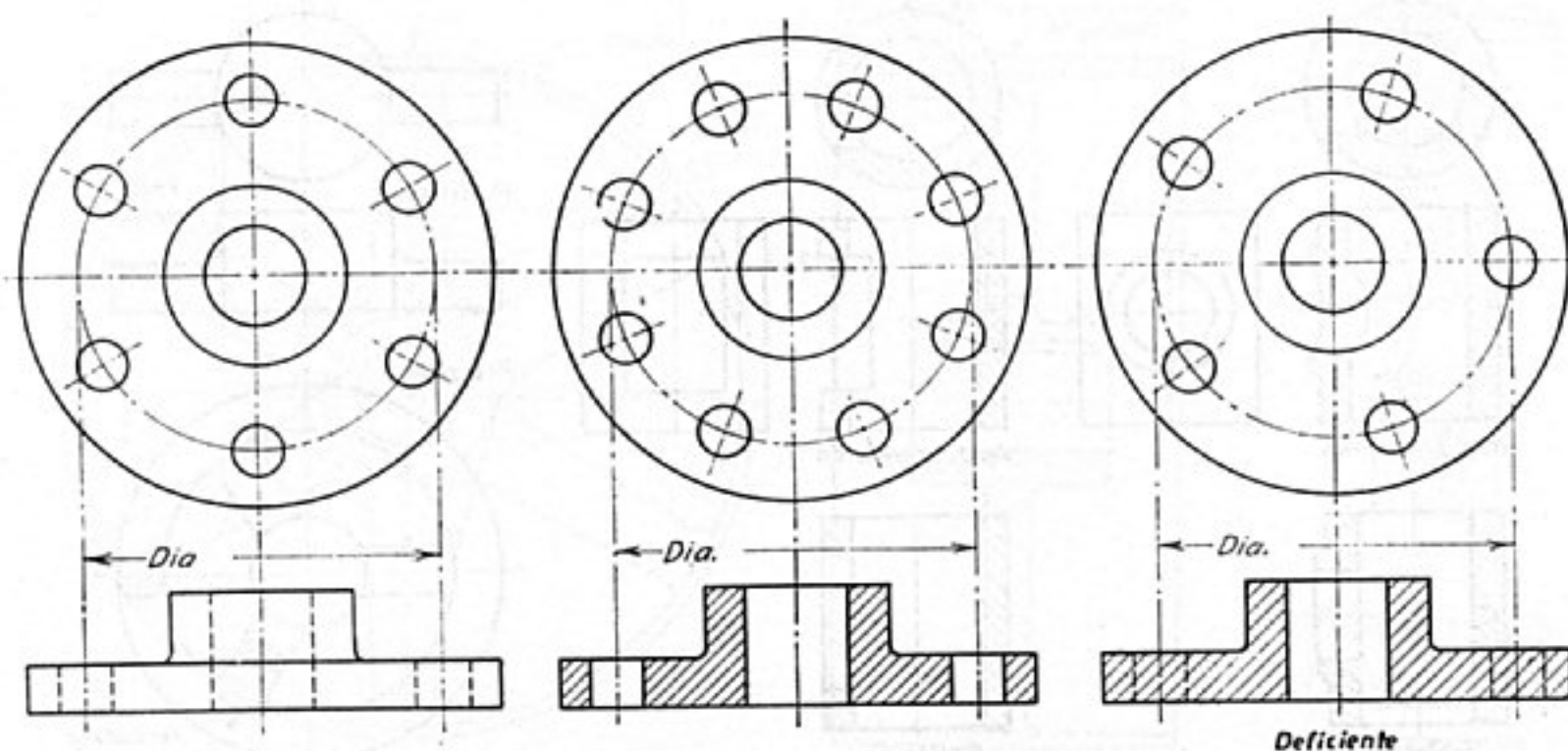


Fig. 13-14 Bridas en alzado y sección.

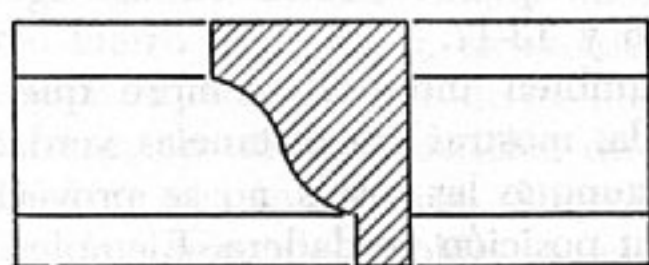


Fig. 13-15 Sección rebatida.

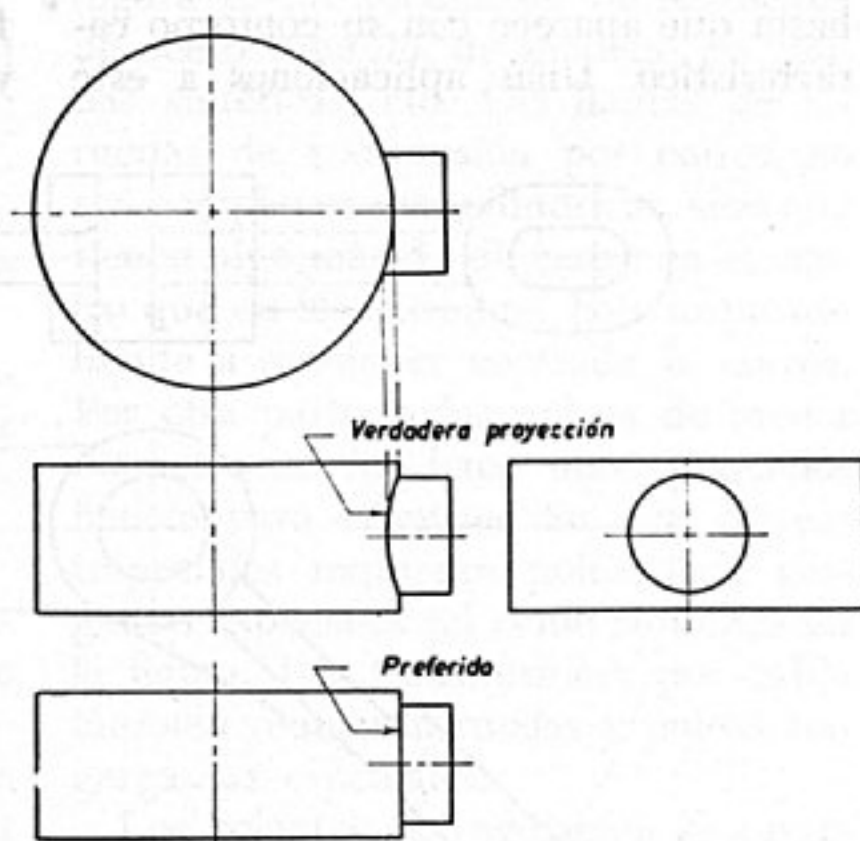
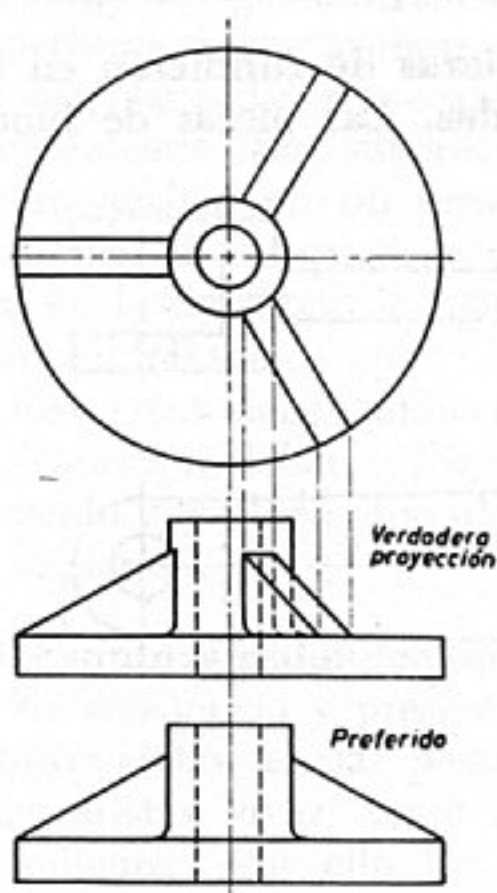
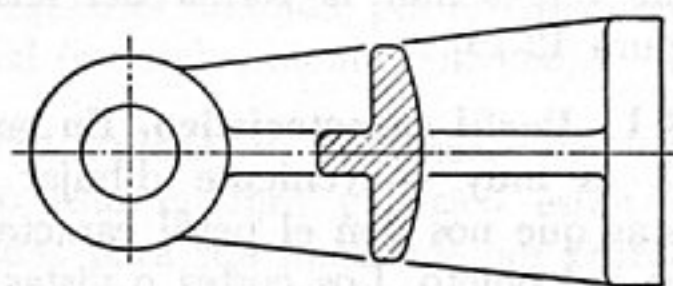


Fig. 13-16 Perfil característico.

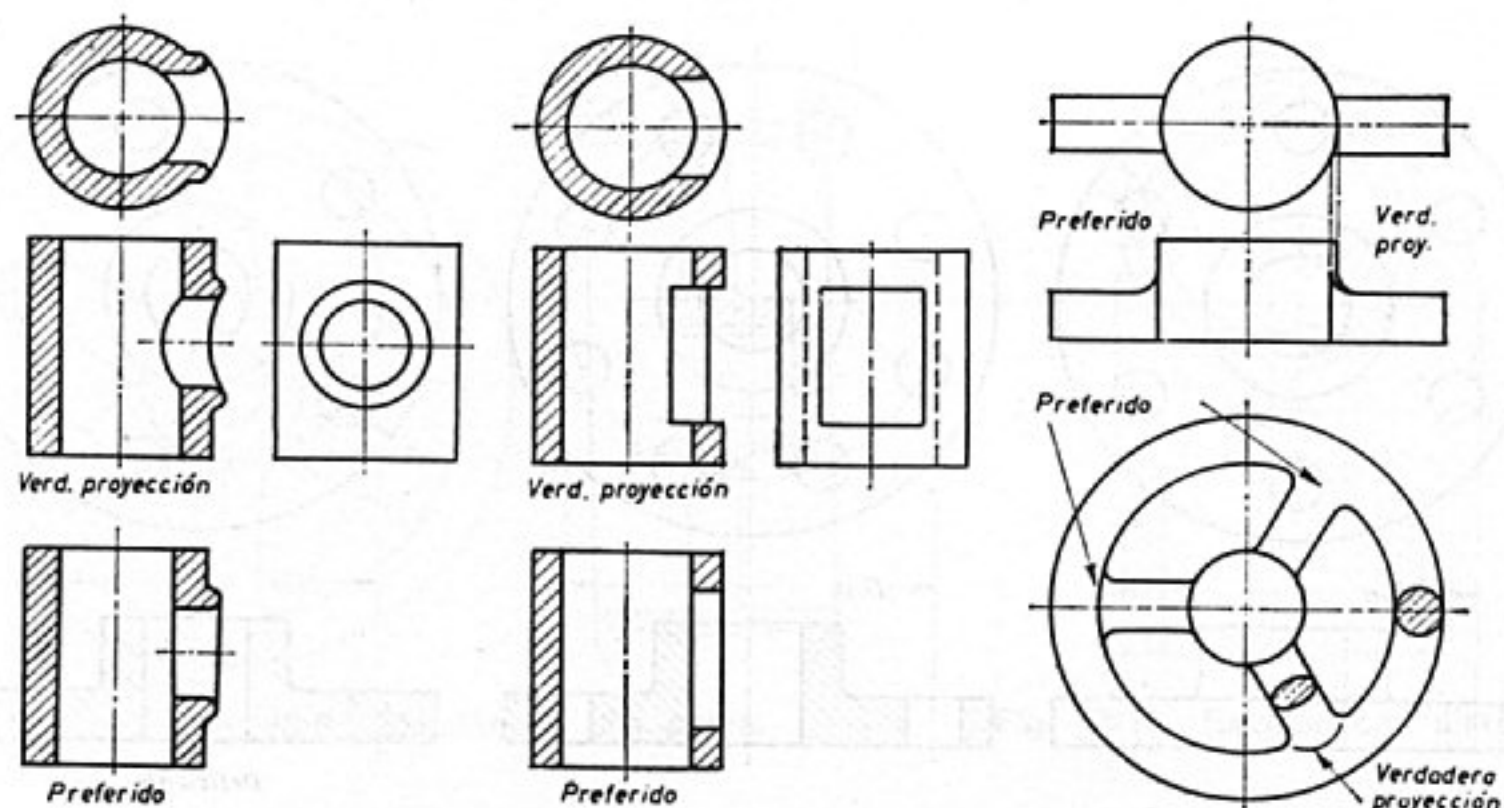


Fig. 13-17 Perfil característico.

mite representar la forma del mismo (figura 13-15).

13.11 Perfil característico. En general, es muy conveniente dibujar las vistas que nos den el perfil característico del objeto. Los cortes o vistas en alzado son, a veces, difíciles de interpretar si se proyectan en la posición real. En estos casos se suele dar a la pieza, o parte de ella, un pequeño giro hasta que aparece con su contorno característico. Unas aplicaciones a este

respecto pueden verse en las figuras 13-16 y 13-17.

También interesa, siempre que se pueda, mostrar las distancias verdaderas aunque las vistas no se proyecten en su posición verdadera. Ejemplos de estas piezas son las palancas acodadas y piezas similares, las cuales se representan por vistas giradas o «enderezadas» como la palanca de la figura 13-18.

13.12 Piezas de fundición en bruto y acabadas. Las piezas de fundición

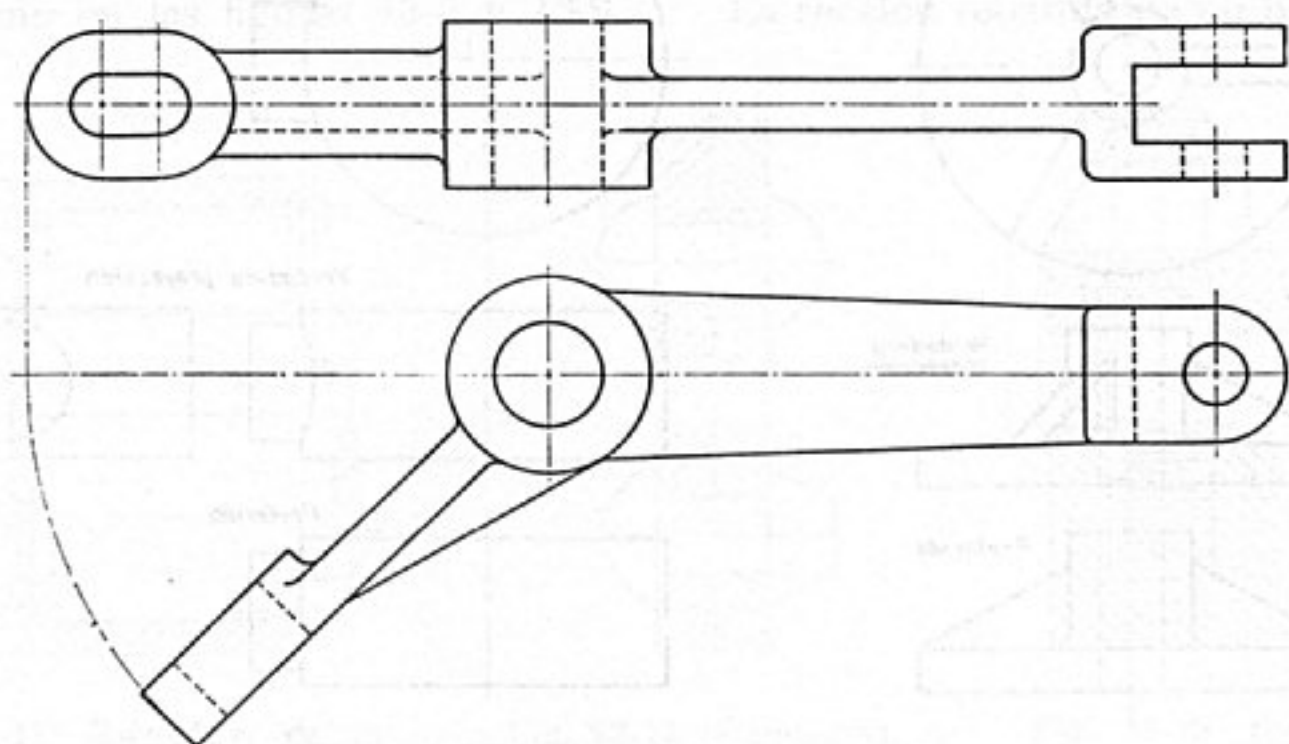


Fig. 13-18 Una vista «enderezada».

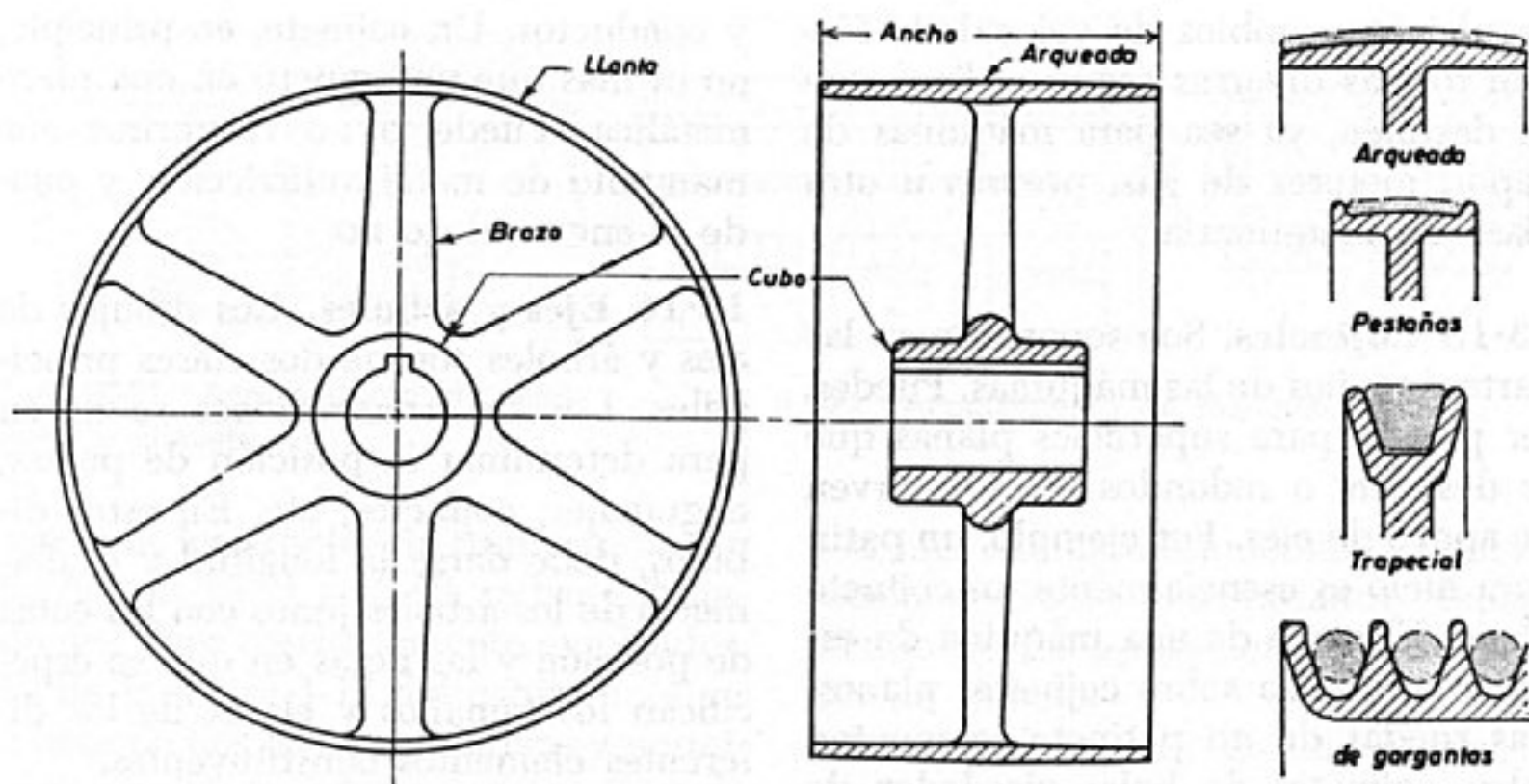


Fig. 13-19 Poleas y coronas.

se consiguen vertiendo metal fundido, como hierro o aluminio, en moldes de arena. Para la confección de los moldes de arena, se utilizan modelos de madera. Una vez solidificado el metal, se retira la pieza del molde, quedando rugosas las superficies que han estado en contacto con la arena. En algunos casos, la pieza puede utilizarse en estas condiciones. En general, sin embargo, las superficies deben acabarse, esto es, deben ser planeadas y mecanizadas al tamaño deseado. Las superficies cilíndricas se acaban en un torno o máquina similar. Las superficies planas se acaban en la limadora, la máquina de planear, la fresadora, etc.

En los planos deben indicarse siempre las caras que deban sufrir cualquier mecanizado y también el grado de acabado requerido.

13.13 Esquinas redondeadas. Por razones de resistencia y presentación no son convenientes, en las piezas fundidas, las aristas vivas, tanto entrantes como salientes. Por ello las esquinas entrantes se redondean con adición de material (redondeamiento cóncavo) y

las salientes también, por rebaje de material (redondeamiento convexo).

13.14 Poleas y volantes. Incluidos bajo este nombre genérico están las ruedas para transmisiones por correas, los volantes de regulación y los volantes de mando. Todos ellos tienen cubo, brazos y llanta.

Las poleas y ruedas de transmisión (figura 13-19) pueden ser de fundición, de acero fundido, de madera, de resinas sintéticas, etc. Las llantas de las ruedas de transmisión por correa no son completamente cilíndricas, sino que tienen algo más de diámetro en el centro que en los extremos. Este arqueado tiende a mantener centrada la correa. Por otra parte, a las poleas de menor diámetro se les hace unos pequeños flancos para el mismo fin. Las correas trapeziales requieren poleas con gargantas especiales tal como se indica en la figura. Las transmisiones por cable también requieren ruedas y poleas con gargantas especiales.

Los volantes de regulación se caracterizan por tener una llanta muy pesada que almacena cierta energía para

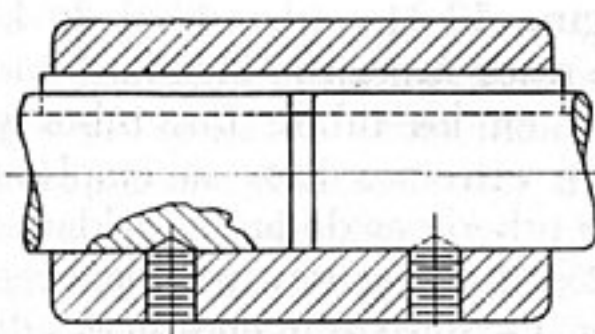


Fig. 13-21 Acoplamiento de manguito y chaveta.

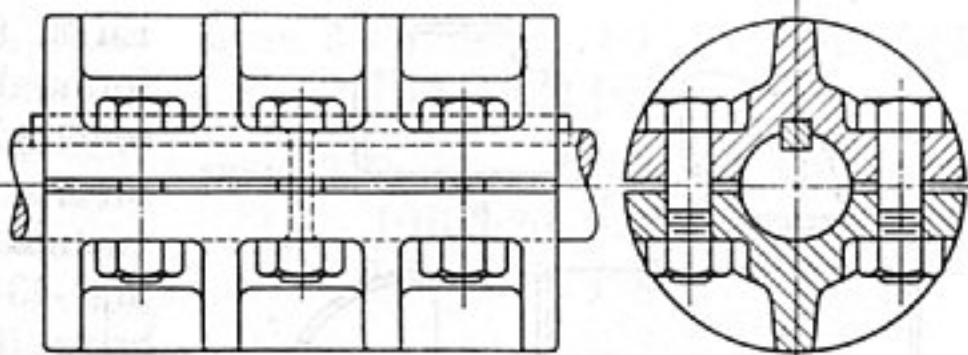


Fig. 13-22 Acoplamiento de manguito partido.

extremos los árboles de transmisión. En las figuras 13-21 y 13-22, se han dibujado dos tipos corrientemente empleados. El de la figura J-17 del capítulo 24, es a base de dos discos o platinas y permite transmitir grandes potencias. Cuando los ejes son paralelos, aun cuando no estén perfectamente alineados, se utilizan los acoplamientos elásticos como el de la figura L-11 del capítulo 24.

13.18 Tuberías. Se emplean para la conducción de fluidos en general (aunque algunas veces también para sólidos granulares), y pueden ser de diferentes materiales: plomo, bronce, hierro forjado, acero, fundición, madera, hormi-

gón, etc. También los métodos de fabricación de tubos son variados, dependiendo de sus aplicaciones y condiciones de trabajo.

Las conducciones de vapor, gas, y similares se hacen generalmente con tubos normalizados de hierro o acero. Tales tubos se designan por su *diámetro nominal* interior, que puede diferir algo del valor real.

Para un mismo diámetro nominal se tienen tres espesores diferentes de pared, conservando el diámetro exterior de la tubería y, por tanto, variando el diámetro interior.

La normalización actual de tuberías en Norteamérica se recoge en la Ame-

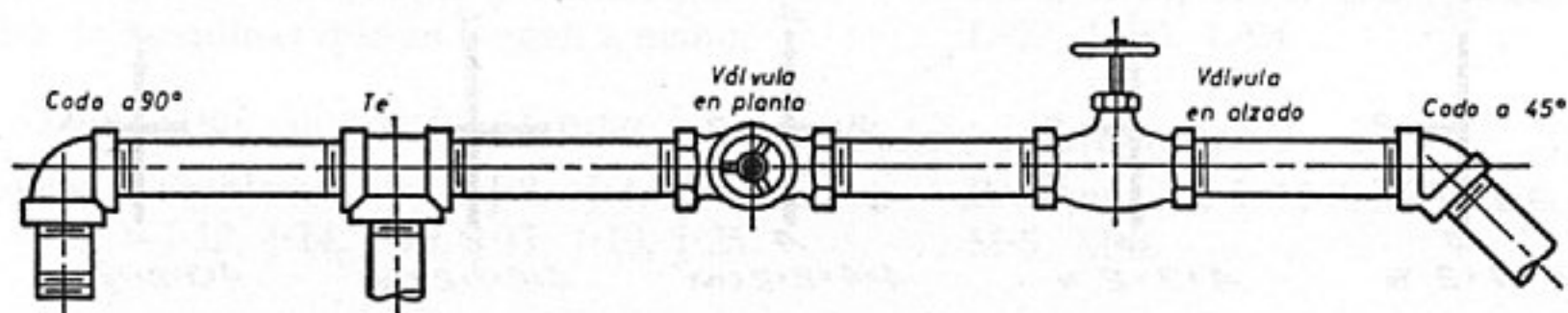


Fig. 13-23 Elementos de tuberías roscadas.

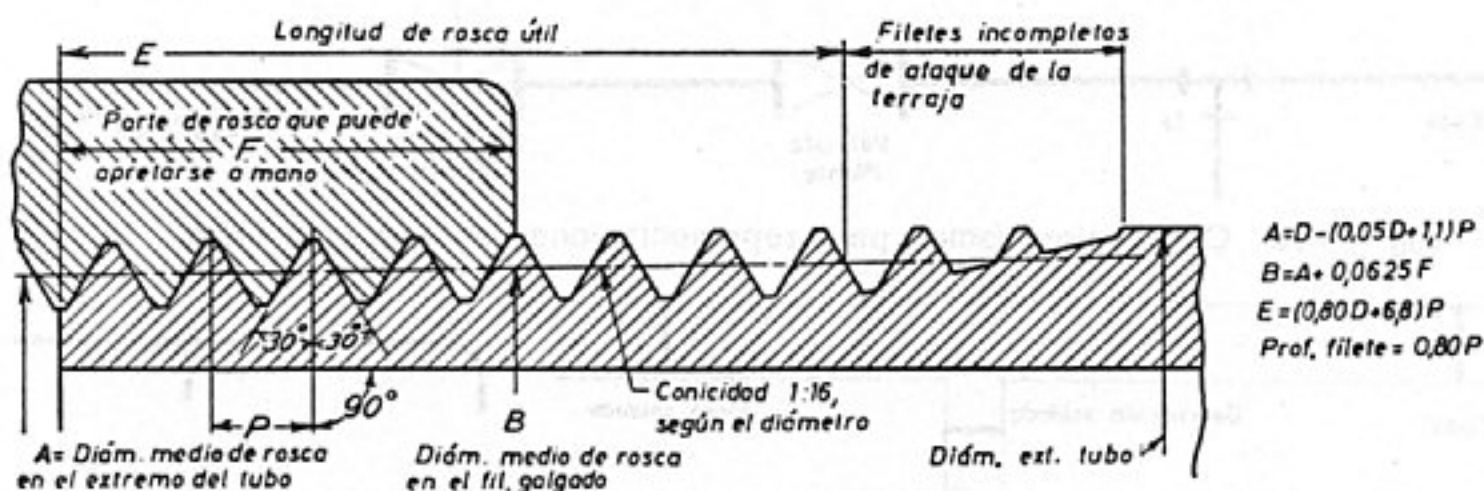


Fig. 13-24 Rosca normalizada para tuberías American Standard.

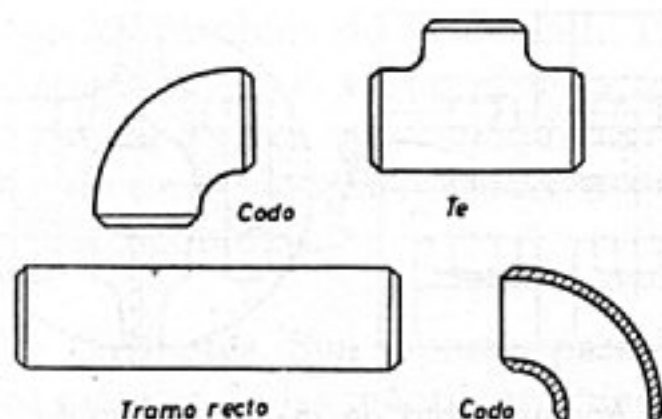


Fig. 13-25 Elementos soldados.

ican Standard: *Wrought Steel and Wrought Iron Pipe* (ASA B36-10-1950).

13.19 Roscas y elementos de las tuberías. Generalmente las tuberías se unen por medio de manguitos. Los extremos de los tubos pueden ser roscados o lisos. En la figura 13-23 aparece una tubería con varios racores roscados.

En la figura 13-24 se ha dibujado la forma de rosca American Standard que se emplea en los tubos. Los tubos y racores de extremos lisos se emplean cuando la tubería es de juntas soldadas (fig. 13-25). Los racores y tubos con bridas (fig. 13-26) se usan en tuberías de gran diámetro, aunque éstas también pueden unirse por soldadura.

13.20 Dimensiones de los racores. Son función del diámetro nominal de la tubería a que pertenecen. Los racores o manguitos de reducción se definen dando el diámetro de la boca mayor, primero, seguido del diámetro de la boca menor. Para las tes y derivaciones, los diámetros de las bocas laterales se dan en último término (fig. 13-27).

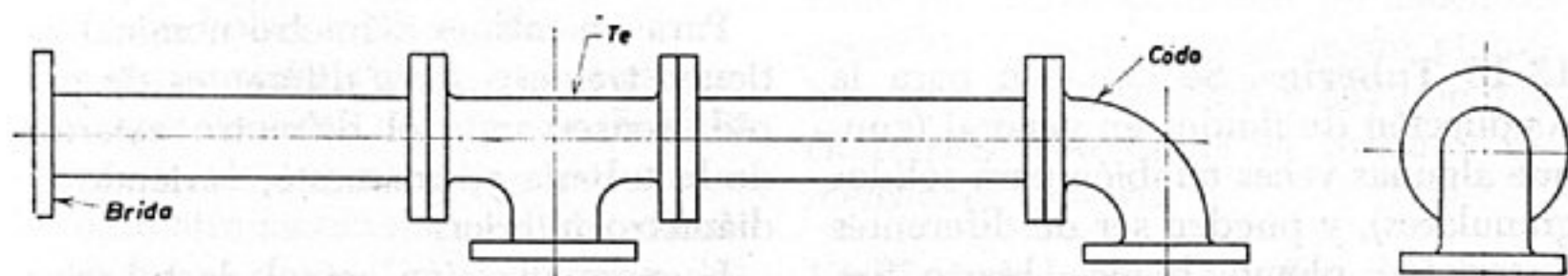


Fig. 13-26 Acoplamiento con bridas.

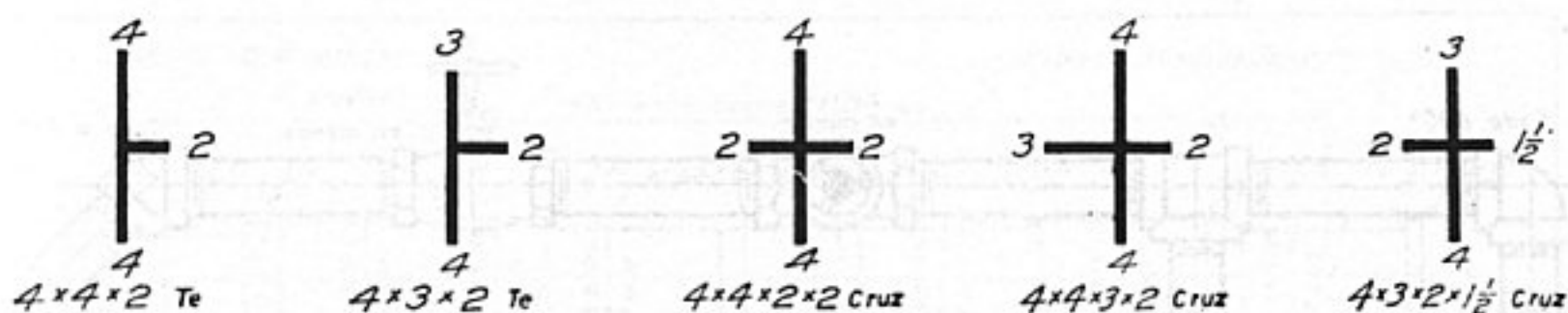


Fig. 13-27 Tamaños y medidas de los elementos especiales de tuberías.

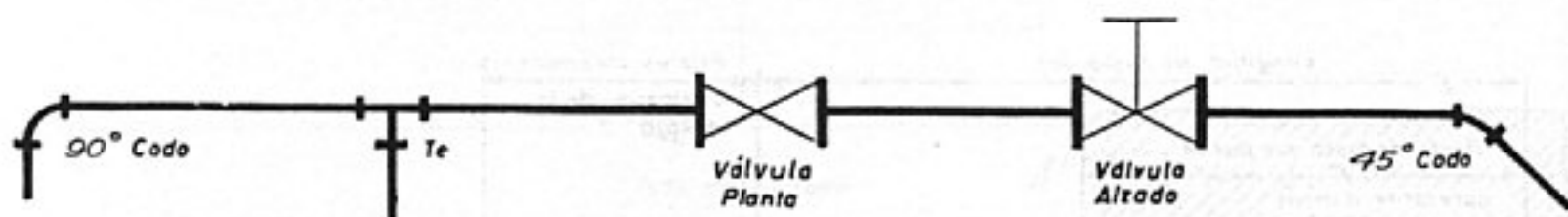


Fig. 13-28 Convencionalismos para representaciones en una sola línea.

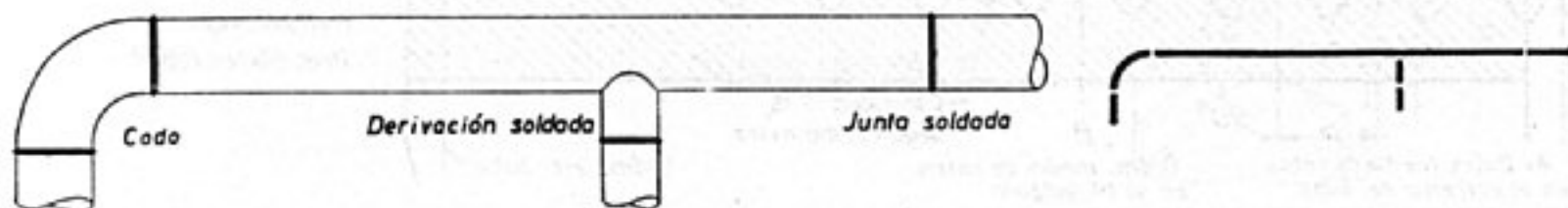


Fig. 13-29 Representaciones de tuberías soldadas.

13.21 Dibujos de tuberías. Los dibujos para mostrar la disposición de las tuberías se hacen como indica la figura 13-23, con dimensiones y notas añadidas para especificar los elementos. En dibujos a escala reducida y en los esquemas se aplican los convencionalismos indicados en la figura 13-28. Las tuberías soldadas se pueden representar como en la figura 13-29. A menudo se requieren representaciones en perspectiva.

13.22 Problemas propuestos. Grupo J, página 436. Grupo K, página 450. Grupo L, página 459. Se incluyen tres series. La serie 1 se compone de problemas elementales. Para un curso acelerado se escogerán dos o tres problemas de la serie 1. Una selección de dibujos de la serie 2 se tendrá en cuenta para problemas adicionales. Los de la serie 3 se harán para alumnos adelantados o cursos extensos. Junto con estos problemas se repasarán los capítulos 10 y 12. Se realzará la importancia e interés de este capítulo si se hacen los croquis y se dibujan y calcan partes de máquinas que se tengan a mano.

Dibujos de fabricación, Grupo J

SERIE 1 Problemas J.1, J.2, J.4, J.6, J.12, J.14, J.15, J.17, J.19, J.25

SERIE 2 Problemas J.3, J.7, J.10, J.13, J.18, J.24, J.27

SERIE 3 Problemas J.5, J.8, J.9, J.11, J.16, J.20, J.21, J.22, J.23, J.26, J.28, J.29, J.30

Dibujos para madera y ebanistería, Grupo K

SERIE 1 Problemas K.1, K.3, K.4, K.6, K.8, K.11, K.12

SERIE 2 Problemas K.2, K.5, K.7, K.9, K.10, K.16, K.17

SERIE 3 Problemas K.13, K.14, K.15, K.18, K.19, K.20, K.21, K.22, K.23

Dibujos de conjunto y despiece, Grupo L

SERIE 1 Problemas L.2, L.4, L.7, L.8, L.12, L.15

SERIE 2 Problemas L.1, L.5, L.9, L.14, L.16, L.17

SERIE 3 Problemas L.3, L.6, L.10, L.11, L.13, L.18, L.19, L.20, L.21, L.22, L.23, L.24

Tuberías, Grupo M

Problemas M.1, M.2, M.3, M.4, M.5, M.6.

14 Perspectivas

14.1 Utilidad de las perspectivas. La representación de las formas, geométricas o no, se hace normalmente por medio de diferentes vistas, esto es, proyecciones ortogonales, tal como se ha estudiado en los capítulos precedentes. Sin embargo, por la ayuda que representa en la interpretación de los planos, es conveniente que todo proyectista sea capaz de dibujar una perspectiva de la

forma que ha representado, ya sea a mano alzada, ya sea con la ayuda de la regla y el compás. La habilidad de dibujar rápidamente, aunque sea en forma esquemática, la vista en perspectiva de un objeto es de gran utilidad, ya sea como orientación para dibujarlo o para ayudar en la interpretación del plano del mismo a terceras personas. Uno de los mejores ejercicios para el

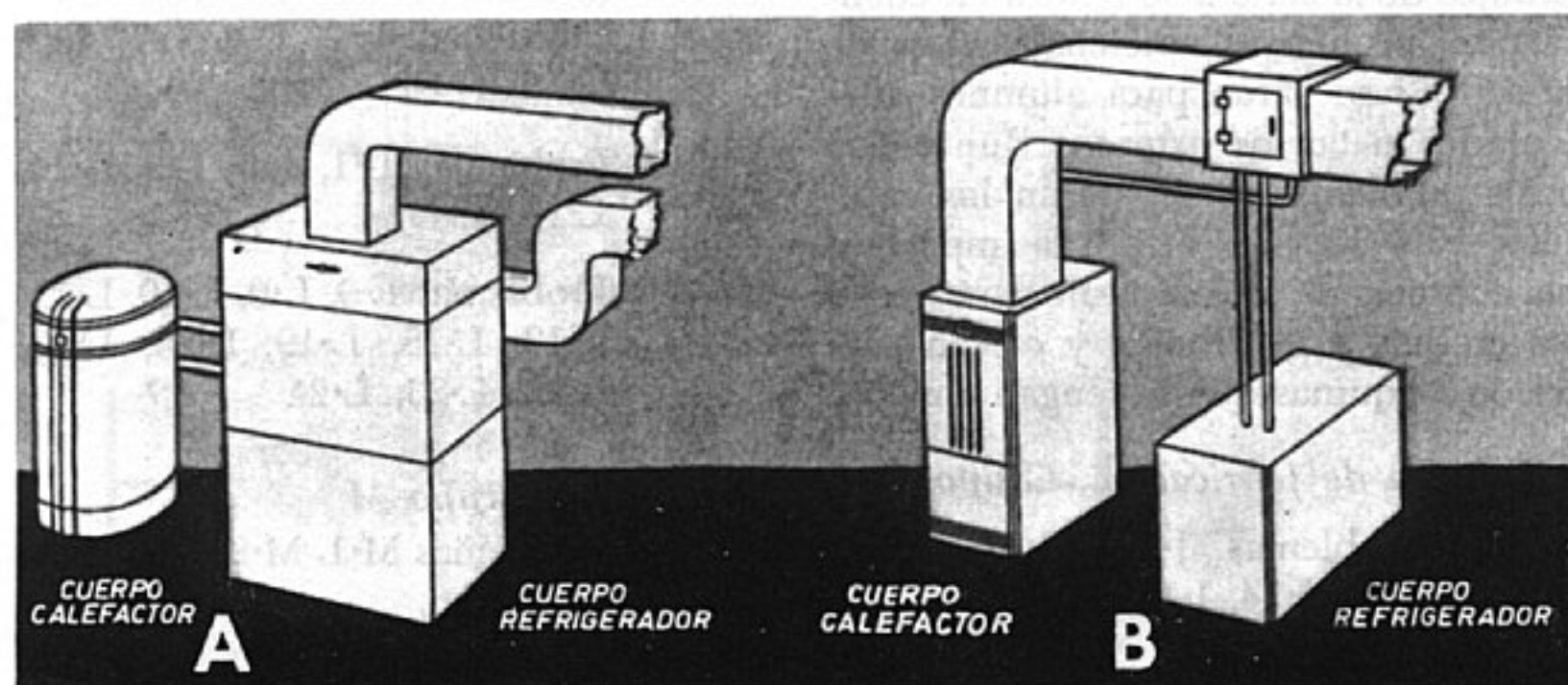


Fig. 14-1 Aparatos acondicionadores de aire vistos en perspectiva. (General Electric Company.)

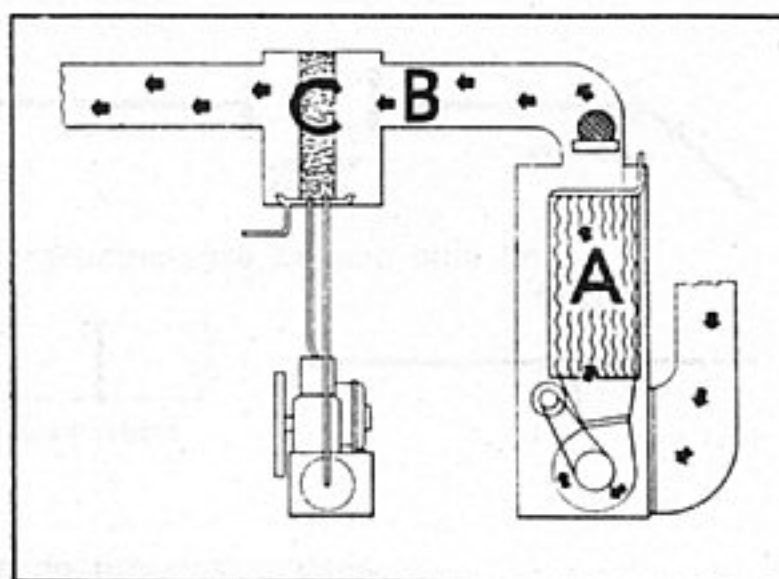


Fig. 14-2 Esquema de funcionamiento del acondicionador de aire para frío y calor.

estudiante de dibujo industrial es sacar perspectivas de las piezas representadas por el sistema de las proyecciones ortogonales.

14.2 Perspectivas de instalaciones.

Las vistas en perspectiva tienen frecuente aplicación para la representación de vistas detalladas para ilustrar los planos constructivos (capítulo 15), así como para aclarar la forma operativa de las máquinas, aparatos y equipos. Por ejemplo, las figuras 14-1 y 14-2 son ilustraciones empleadas por la General Electric Company para explicar el funcionamiento de sus equipos de acondicionamiento de aire doméstico. En A, de la figura 14-1, está dibujada la caldera equipada con un acondicionador de aire, mientras que en B de la misma figura está un acondicionador de aire caliente con su correspondiente refrigerador. El funcionamiento de esta instalación acondicionadora de aire para todas las estaciones del año se ha representado esquemáticamente en la figura 14-2. Su funcionamiento es el siguiente: en verano, el aire caliente del ambiente entra por el conducto de retorno al acondicionador (A), donde es filtrado y después mandado a través del conducto intermedio (B), cuyo sistema de calefacción permanece inactivo, al refrigerador (C), desde el cual se manda, refrigerado y deshumidificado, al ambiente de las habitaciones. En invierno, sin embargo, queda fuera de servicio el refrigerador, entrando en funcionamiento el calefactor. El ciclo es el mismo, pero el aire en vez de refrigerado sale caliente de la instalación.

Con este ejemplo, puede verse la utilidad que tienen estos dibujos para la comprensión de las instalaciones y equipos que se construyen.

14.3 Vistas en perspectiva. Los diseños se hacen generalmente en *perspec-*

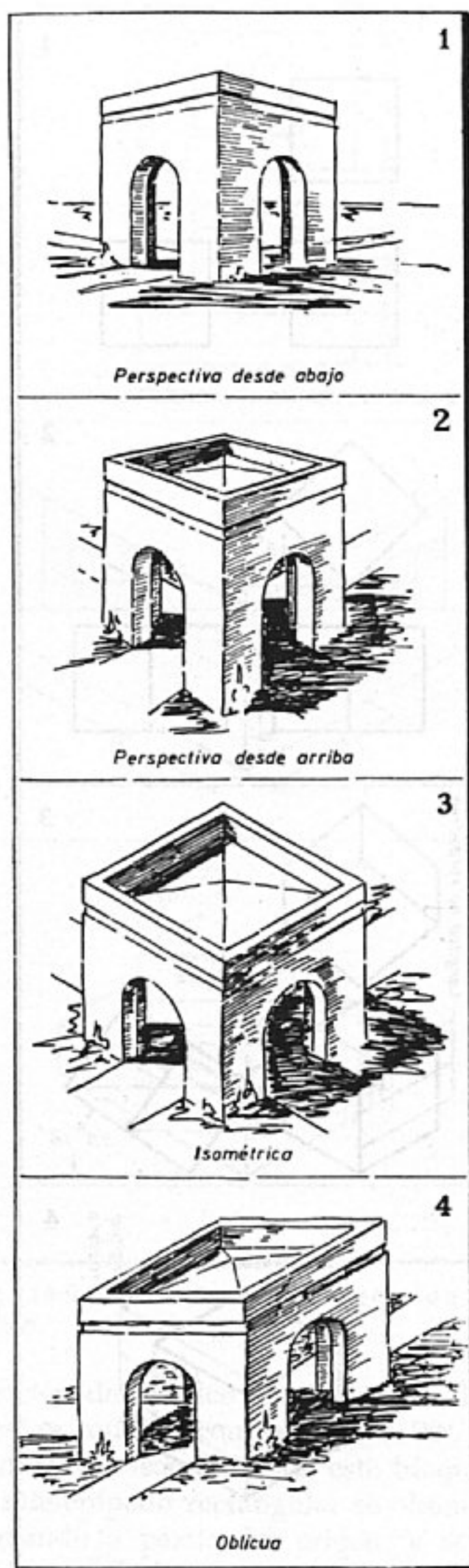


Fig. 14-3 Diferentes técnicas del dibujo en perspectiva.

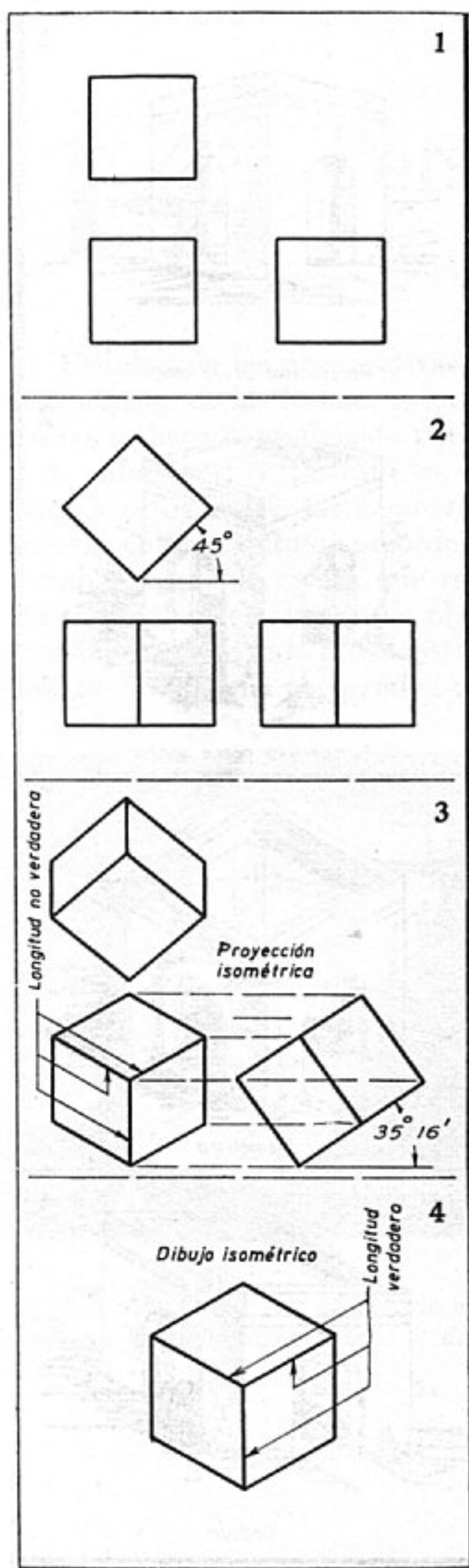


Fig. 14-4 Representación isométrica de un cubo.

tiva cónica, en la cual se ven los objetos en apariencia parecida a la que tienen vistos al natural (fig. 14-3, casillas 1 y 2). Otros sistemas, más fáciles de dibujar, pero no tan expresivos como la perspectiva cónica, son la perspectiva isométrica (casilla 3) y la perspectiva oblicua o caballera (casilla 4). Éstos tienen la ventaja de dejar ver tres caras en una sola vista y además pueden tomarse medidas directamente sobre las líneas principales. Aunque estos tres sistemas producen efectos semejantes, no deben confundirse entre sí.

14.4 Proyección isométrica. Este sencillo método se basa en unos giros, tal como aparece en la figura 14-4. La casilla 1 muestra las tres vistas de un cubo en la proyección ortogonal. En la casilla 2 el mismo cubo girado según eje vertical. En 3, finalmente, el mismo cubo 2, girando hacia delante un ángulo de $35^{\circ}16'$; entonces aparecen en la vista frontal tres caras iguales en forma y tamaño (casilla 3). Esta vista frontal se llama proyección o perspectiva *isométrica* (igual medida).

En esta posición, evidentemente, las aristas del cubo no se proyectan en su verdadera magnitud. Por convención se hace que, conservando la misma forma, la *proyección isométrica* presente todas las aristas en verdadera magnitud (casilla 4, fig. 14-4). Es claro que esta convención no afecta a la forma geométrica de las proyecciones, y en cambio simplifica el dibujo, pues todas las medidas paralelas a los ejes (lados del cubo) se proyectan en verdadera magnitud. De esta manera, se puede conseguir la proyección isométrica de cualquier objeto sin tener que obtenerla partiendo de otras vistas ni utilizar ninguna escala especial.

Los dibujos en proyección isométrica tienen como base un sistema de tres

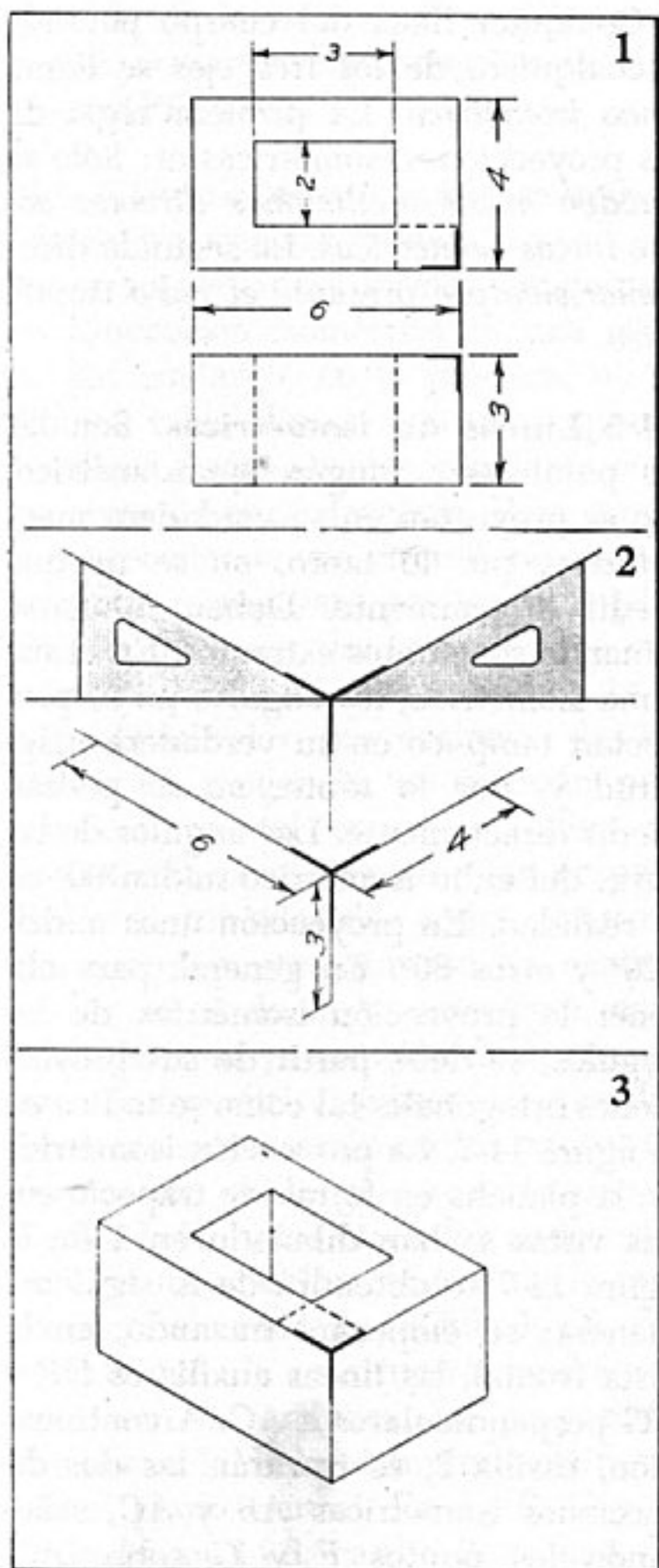


Fig. 14-5 Ejes isométricos. Primera posición.

ejes (ejes isométricos) que representan las tres aristas principales del cubo. Forman entre sí un ángulo de 120° y se dibujan como sigue: partiendo del primero, dibujado verticalmente, se trazan los otros dos con el ángulo de 30° de la escuadra tal como se indica en la figura 14-5. El punto de intersección de estas tres líneas sería la pro-

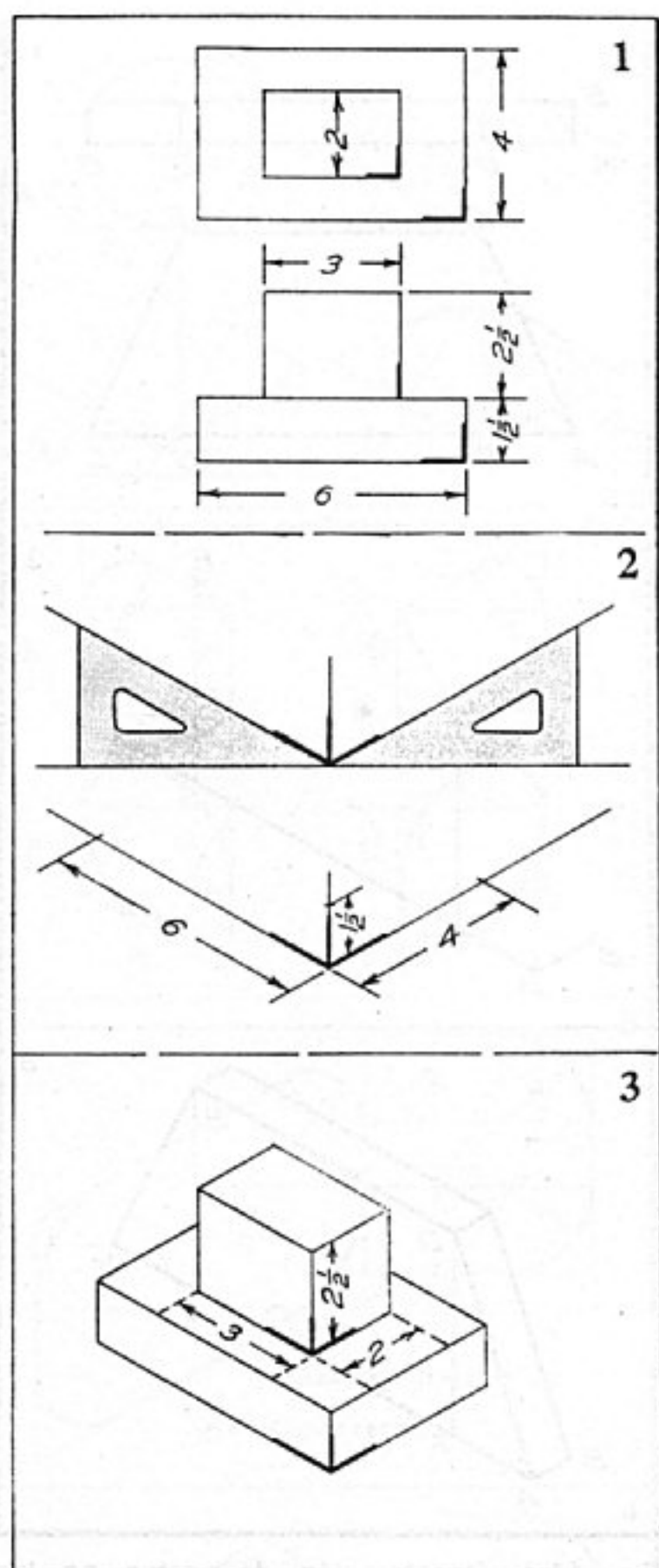


Fig. 14-6 Ejes isométricos. Segunda posición.

yección del vértice anterior de un bloque prismático con vértices a 90° . La proyección isométrica de este bloque o paralelepípedo rectangular se obtendrá tomando a partir del origen, y sobre cada uno de los ejes, distancias iguales a la altura, profundidad y espesor del mismo. A continuación, trazando desde estos puntos paralelas a los otros dos

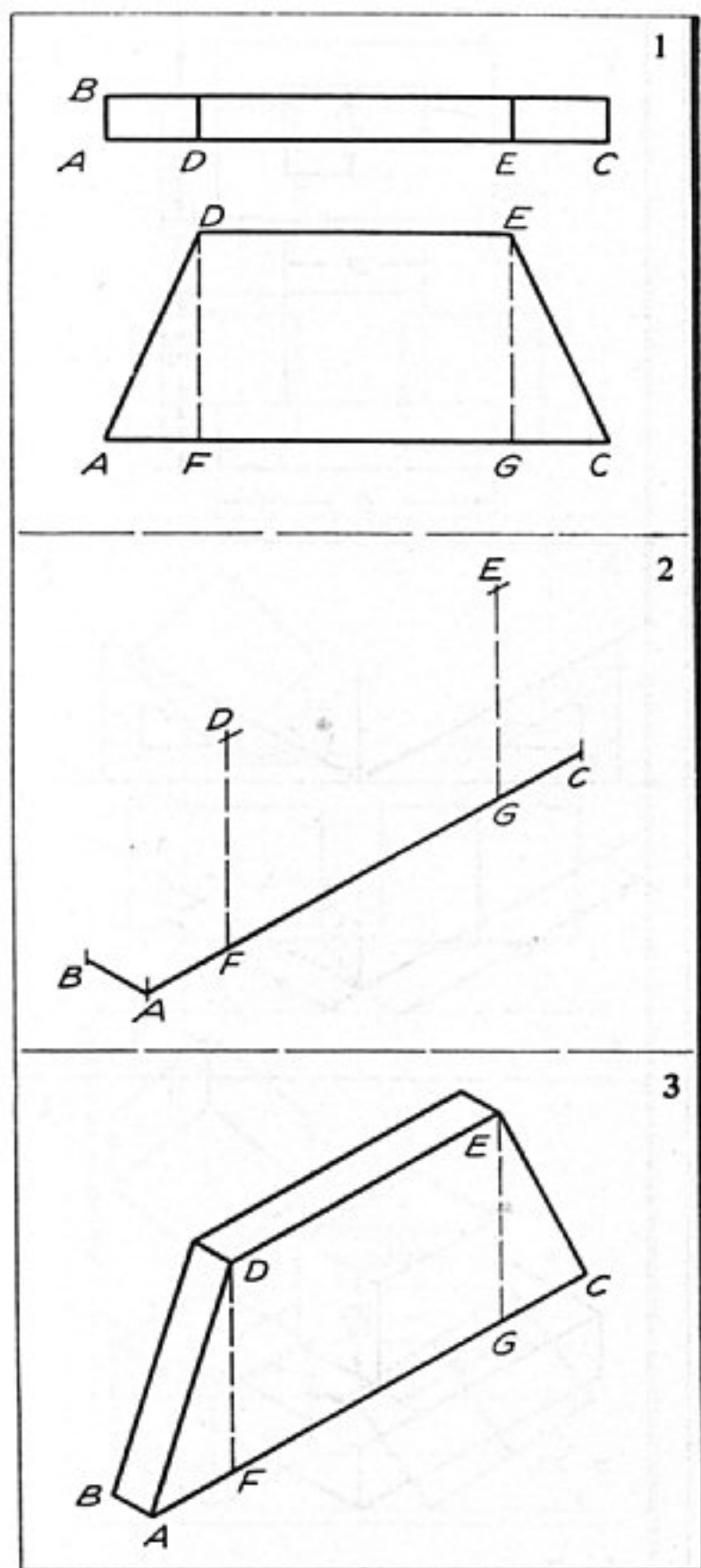


Fig. 14-7 Construcción de rectas no isométricas.

ejes, completaremos la proyección buscada. Esta disposición (figura 14-5) es la llamada primera posición de los ejes isométricos. Pueden considerarse otras posiciones de los ejes sin variar su disposición relativa. A menudo es más conveniente considerar los ejes en la llamada segunda posición, o sea utilizando el vértice inferior del cubo como origen de los ejes (fig. 14-6).

Cualquier línea del cuerpo paralela a cualquiera de los tres ejes se llama *línea isométrica*. La primera regla de las proyecciones isométricas es: *Sólo se pueden hacer mediciones directas sobre líneas isométricas*. La segunda dice: *Tener siempre presente el cubo isométrico*.

14.5 Líneas no isométricas. Son las no paralelas a ningún eje isométrico. No se proyectan en su verdadera magnitud y, por lo tanto, no se pueden medir directamente. Deben dibujarse situando sus puntos extremos. En el sistema isométrico, los *ángulos* no se proyectan tampoco en su verdadera magnitud y, por lo tanto, no se podrán medir directamente. Los ángulos de las caras del cubo isométrico miden 90° en la realidad. En proyección unos miden 120° y otros 60° . En general, para obtener la proyección isométrica de los ángulos, se debe partir de sus proyecciones ortogonales tal como se indica en la figura 14-7. La proyección isométrica de la plancha en forma de trapecio cuyas vistas se han dibujado en 1 de la figura 14-7 se obtendrá de la siguiente manera: se empezará trazando, en la vista frontal, las líneas auxiliares DF y EG perpendiculares a AC . A continuación, casilla 2, se trazarán las dos direcciones isométricas AB y AC , señalando los puntos F y G sobre AC , midiendo las magnitudes AF y CG . Por estos puntos, F y G , se trazarán los segmentos FD y GE correspondientes a las auxiliares trazadas inicialmente en la vista frontal (estas líneas son isométricas y paralelas al eje vertical). Así se habrán obtenido las proyecciones de los vértices A , B , C , D y E del trapecio, con lo cual el trazado de la vista pedida es inmediato (casilla 3). Inversamente, para hallar la verdadera magnitud de los ángulos DAF y ECG , así

como la de los lados AD y CE , deberíamos construir los triángulos rectángulos AFD y CGE .

14.6 Circunferencias isométricas.

Las circunferencias tampoco se proyectan en su verdadera forma y magnitud. Su proyección isométrica es una elipse. Sin embargo, en la práctica, no se dibujan tales elipses sino unas aproximaciones de las mismas, mediante cuatro arcos de circunferencia. Para trazar la proyección de una circunferencia isométrica, se empezará por trazar la proyección de su cuadrado isométrico circunscrito, que será un rombo (fig. 14-8, 1-B). Desde las proyecciones de los puntos de tangencia, se trazarán perpendiculares, tal como se indica en B. Las intersecciones de estas perpendiculares, tomadas dos a dos, determinan cuatro puntos que son los centros de los arcos de la pseudoelipse, considerada como proyección de la circunferencia isométrica. Obsérvese que dos de estos centros están en los puntos de intersección de las perpendiculares (casilla 1, C), y los otros dos en los vértices de los ángulos obtusos de la proyección del cuadrado (casilla 1, D). Por lo tanto, toda la construcción podrá trazarse con la escuadra. La proyección descrita es la de la circunferencia paralela al plano central. En E, F, G y H de la figura 14-8, casilla 2, se han dibujado las proyecciones de las circunferencias isométricas paralelas a los planos isométricos laterales.

En la misma figura (casillas 3 y 4) se ilustra la construcción de las proyecciones de arcos de 90° de circunferencia isométrica. Nótese que el radio verdadero correspondiente se mide sobre la tangente y que las perpendiculares trazadas sirven para localizar los centros de los arcos isométricos. También es de hacer notar que los radios r_1

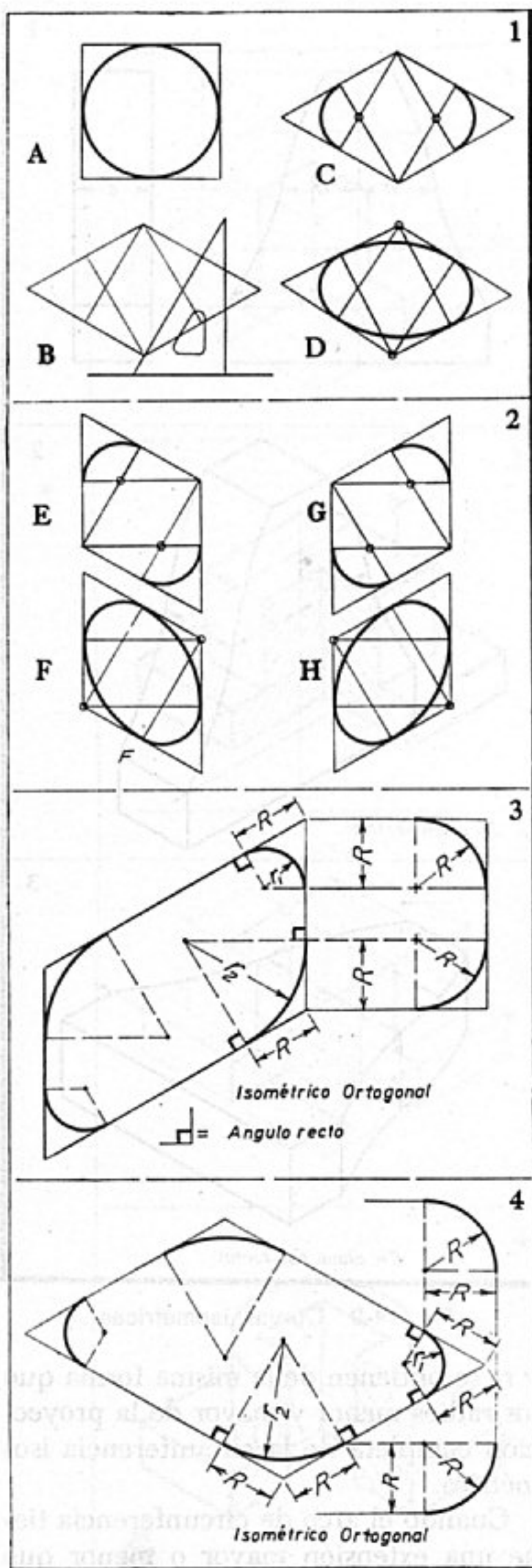


Fig. 14-8 Construcción de circunferencias isométricas.

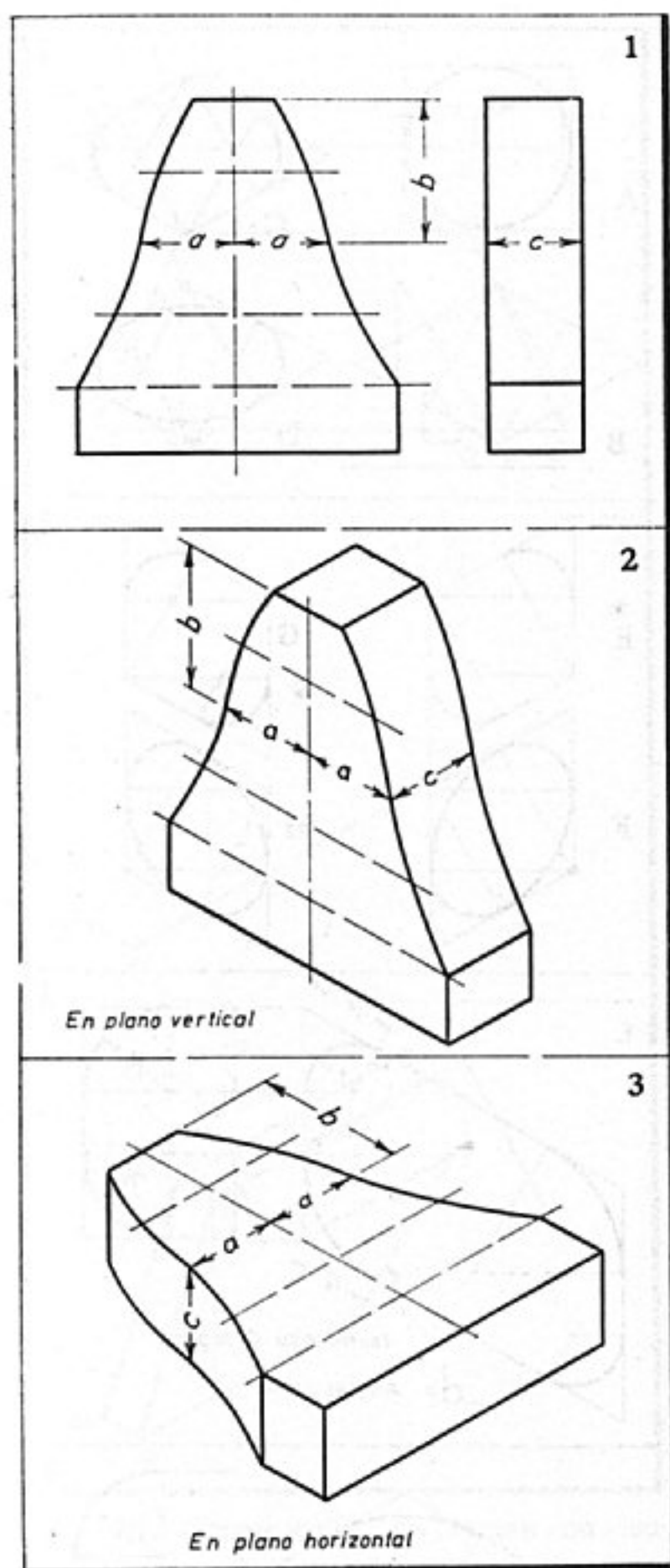


Fig. 14-9 Curvas isométricas.

y r_2 se obtienen de la misma forma que los radios menor y mayor de la proyección completa de la circunferencia isométrica.

Cuando el arco de circunferencia tiene una extensión mayor o menor que un cuarto de circunferencia se dibuja la proyección completa limitándola a la extensión requerida. En otros casos es

necesario recurrir a la construcción por puntos tal como se explica en el párrafo 14.8, que trata de curvas isométricas.

14.7 Plantillas para curvas isométricas. Existen plantillas de celuloide o plástico con aberturas elípticas de diferentes tamaños para dibujar las proyecciones isométricas de circunferencias. Los bordes de la plantilla presentan diferentes ángulos para poder poner en la posición correspondiente el eje mayor de la elipse, al representarla. Dichas plantillas son convenientes y ahorran tiempo cuando se han de hacer muchos dibujos isométricos. Asimismo proporcionan una mejor apariencia, ya que se dibujan verdaderas elipses.

14.8 Curvas isométricas. Las proyecciones de las curvas isométricas distintas de la circunferencia, se dibujan por puntos, partiendo de la proyección ortogonal, tal como se indica en la figura 14-9 (casilla 1). Lo primero que hay que hacer es dibujar la vista ortogonal y situar una serie de puntos mediante las líneas que se indican. Dibujar las mismas líneas en proyección isométrica según un plano vertical (casilla 2) y según el plano horizontal (casilla 3). Proyectar puntos pasando las distancias de la proyección ortogonal a la isométrica. Dibujar una curva no muy gruesa que pase por los puntos mencionados.

14.9 Secciones isométricas. Los dibujos isométricos, en general, se utilizan para representaciones exteriores de los cuerpos; sin embargo, en algún caso, será preciso representar, en este sistema, cortes de los mismos. En estos casos, se toma siempre un plano de sección *isométrico*, o sea paralelo a una de las caras del cubo isométrico. En la figura 14-10, pueden verse secciones según los tres planos isométricos. En trazo fino se ha dibujado la parte del

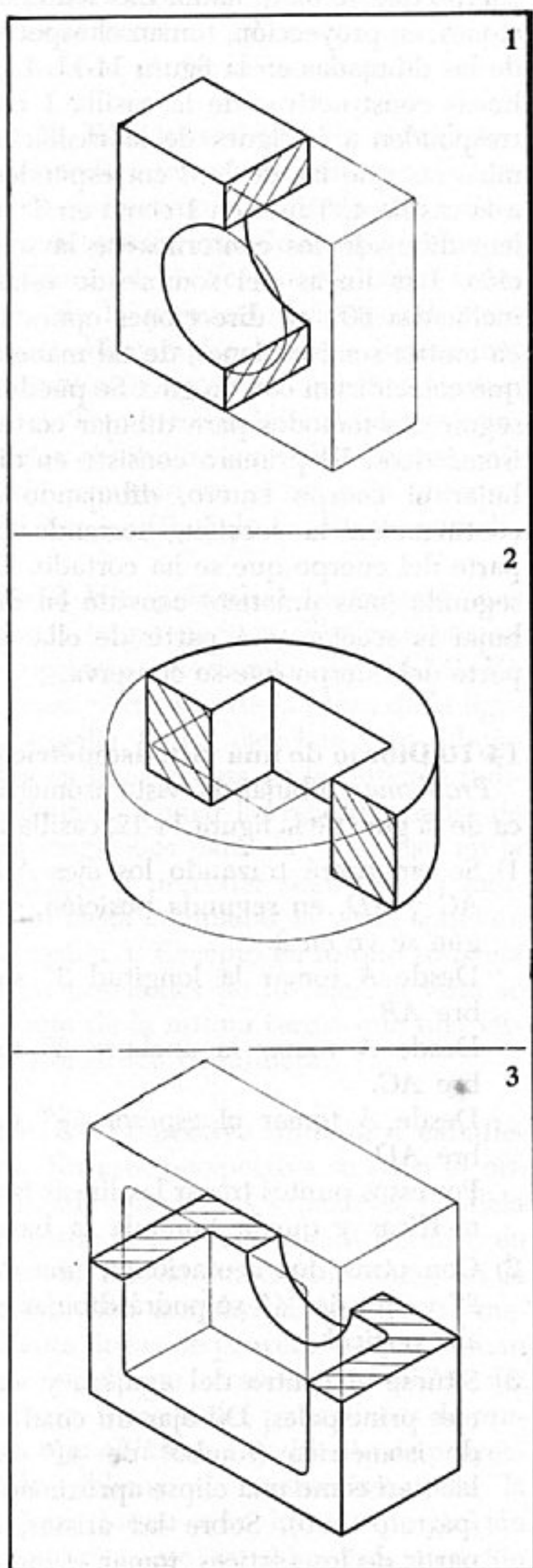


Fig. 14-10 Secciones isométricas.

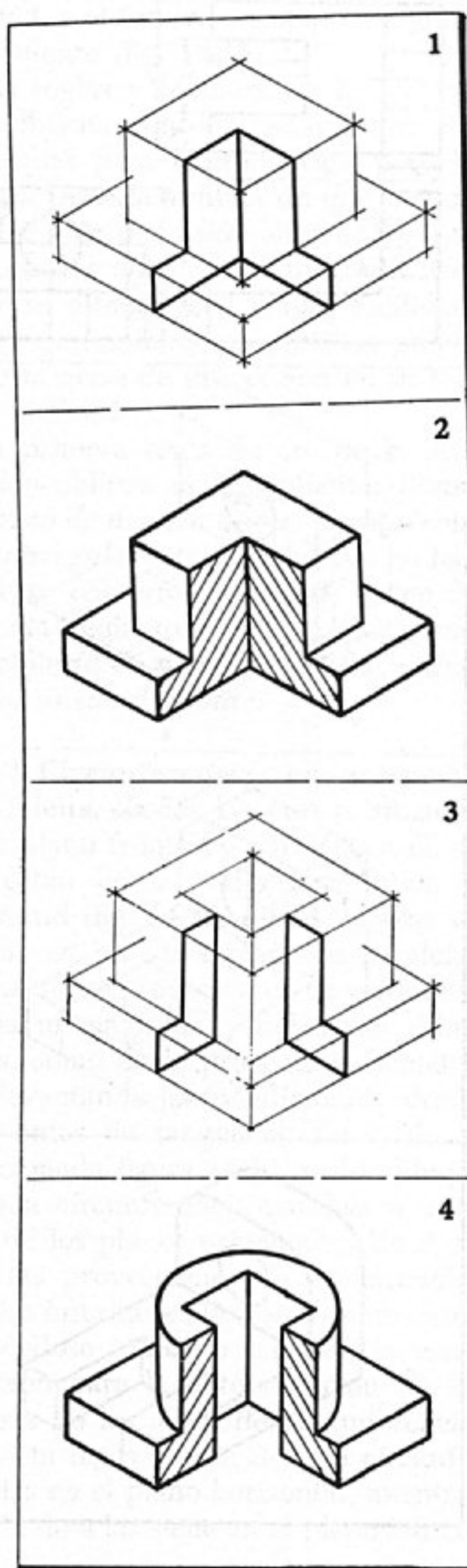


Fig. 14-11 Semisecciones isométricas.

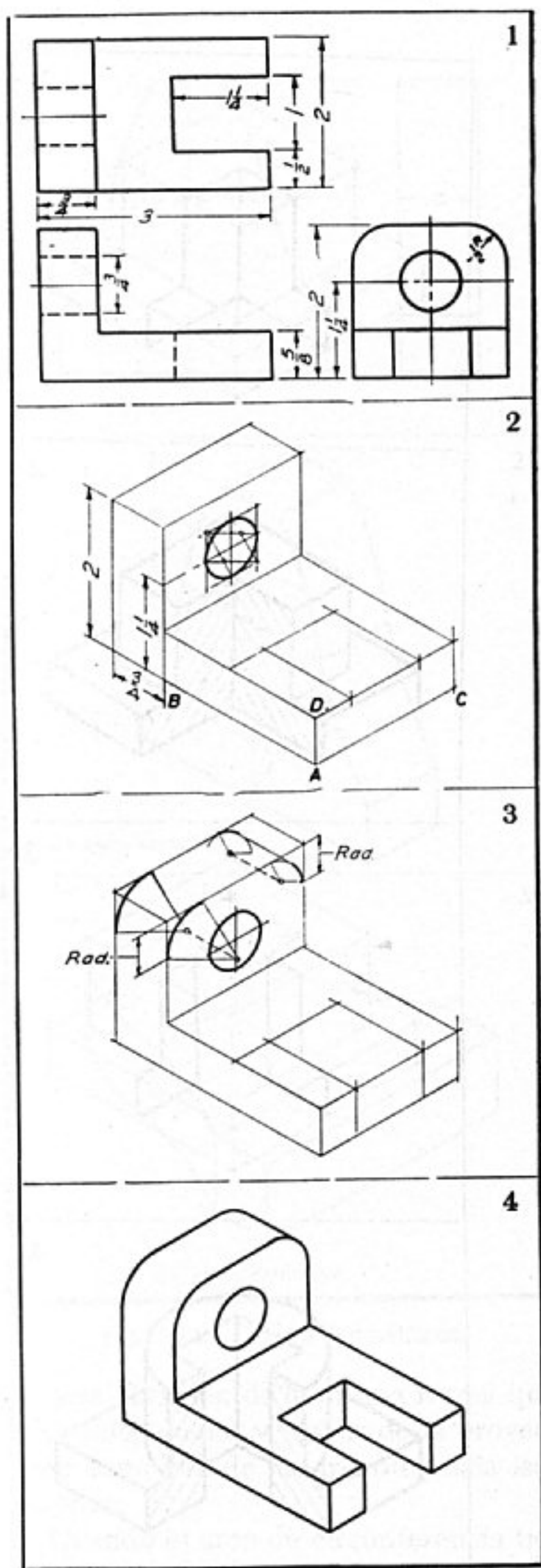


Fig. 14-12 Construcción de una perspectiva isométrica.

cuerpo que se ha quitado. Las semiseciones, en proyección, toman el aspecto de las dibujadas en la figura 14-11. Las líneas constructivas de la casilla 1 corresponden a la figura de la casilla 2, mientras que las de la 3 corresponden a la casilla 4. Tanto en 1 como en 3, se han dibujado los contornos de la sección. Las líneas del sombreado están inclinadas 60° , en direcciones opuestas en ambas semisecciones, de tal manera que coincidirían con un giro. Se pueden seguir dos métodos para dibujar cortes isométricos. El primero consiste en dibujar el cuerpo entero, dibujando a continuación la sección, borrando la parte del cuerpo que se ha cortado. El segundo (más práctico) consiste en dibujar la sección y, a partir de ella, la parte del cuerpo que se conserva.

14.10 Dibujo de una vista isométrica.

Problema: dibujar la vista isométrica de la guía de la figura 14-12, casilla 1.

- 1) Se empezará trazando los ejes AB, AC y AD, en segunda posición, según se ve en 2.

Desde A tomar la longitud 3" sobre AB.

Desde A tomar la anchura 2" sobre AC.

Desde A tomar el espesor $\frac{5}{8}$ " sobre AD.

Por estos puntos trazar las líneas isométricas y queda limitada la base.

- 2) Con otras dos acotaciones, una de 2" y otra de $\frac{3}{4}$ " se podrá dibujar el ala vertical.
- 3) Sitúese el centro del agujero y sus ejes principales. Dibujar un cuadrado isométrico (rombo) de $\frac{3}{4}$ " de lado así como una elipse aproximada (párrafo 14.6). Sobre las aristas, a partir de los vértices, tomar el radio ($\frac{1}{2}$ ") tal como muestra la casilla 3. Trazar verdaderas perpendiculares

para encontrar los centros de los cuadrantes.

4) Acabar el dibujo como se ve en 4.

14.11 Ejes invertidos. En algunos casos puede interesar representar el objeto deseado como visto desde abajo. Esto se consigue invirtiendo los ejes, como en la figura 14-13. Se partirá, como siempre, de la proyección ortogonal (casilla 1) dibujándose los ejes isométricos en *posición invertida* como se indica en 2. Tomar todas las medidas y completar el dibujo siguiendo el mismo criterio expuesto en el artículo anterior. En 3 se ha dibujado la vista terminada.

14.12 Eje principal horizontal. Las piezas largas pueden dibujarse con su eje principal horizontal (fig. 14-14). En el caso particular de la pieza de la figura (casilla 1), los ejes han sido dibujados en línea gruesa en la posición indicada en 2. Tomar las medidas dadas de las longitudes paralelas a los ejes en la casilla 2 y proceder según se ha indicado hasta completar la vista, como en la casilla 3. Excepto en lo que respecta a las posiciones de los ejes, la vista se dibuja de la misma forma que una vista isométrica cualquiera.

14.13 Perspectiva oblicua o caballería. En esta perspectiva se sitúa el objeto con una de sus superficies paralela al plano del dibujo (plano frontal), en vez de formar un ángulo como en la proyección isométrica. Se obtiene mediante líneas de proyección que forman un ángulo no recto con el plano del dibujo. Éstas serán, pues, *líneas de proyección oblicuas*. Los dibujos de proyección oblicua se confeccionan de la misma forma que los de proyección isométrica, eso es, sobre tres ejes. Sin embargo, dos de los ejes forman entre sí un ángulo recto; o lo que es lo mis-

mo, se dibuja un eje vertical, uno horizontal, y el tercero a cualquier ángulo conveniente (fig. 14-15).

Las reglas y métodos de la proyección oblicua son los mismos que los explicados para la isométrica, pero la oblicua tiene la ventaja de que nos da una cara sin distorsión alguna. De esta manera, los objetos con un perfil irregular se dibujan con mayor facilidad, por lo que muchos proyectistas prefieren esta clase de proyección en su trabajo ordinario.

La primera regla de oro de la proyección oblicua es la siguiente: *Situar el objeto de manera que su perfil o contorno irregular esté de frente*. Si no hay perfil o contorno irregular, surge la segunda regla que dice: *Situar siempre el perfil de manera que su longitud mayor quede de frente*.

14.14 Circunferencias en perspectiva oblicua. Todas las curvas situadas en el plano frontal, o paralelas a él, se proyectan en su verdadera forma y magnitud (fig. 14-16, casilla 1). Las situadas en los otros planos o paralelas a ellos, no se proyectan en su verdadera forma ni magnitud y deben ser dibujadas, como en la proyección isométrica, levantando perpendiculares desde los puntos de tangencia. En 1, de la mencionada figura 14-16, se ha dibujado una circunferencia paralela a cada uno de los planos principales. En 2, se ven las proyecciones de las circunferencias inscritas en las caras de un cubo, habiéndose indicado también la construcción para la determinación de los centros de los arcos de circunferencia. La vista de la casilla 3 tiene circunferencias en el plano horizontal, mientras que la de 4 las tiene en el plano lateral.

14.15 Dibujo de una vista oblicua. *Problema:* dibujar la vista oblicua del

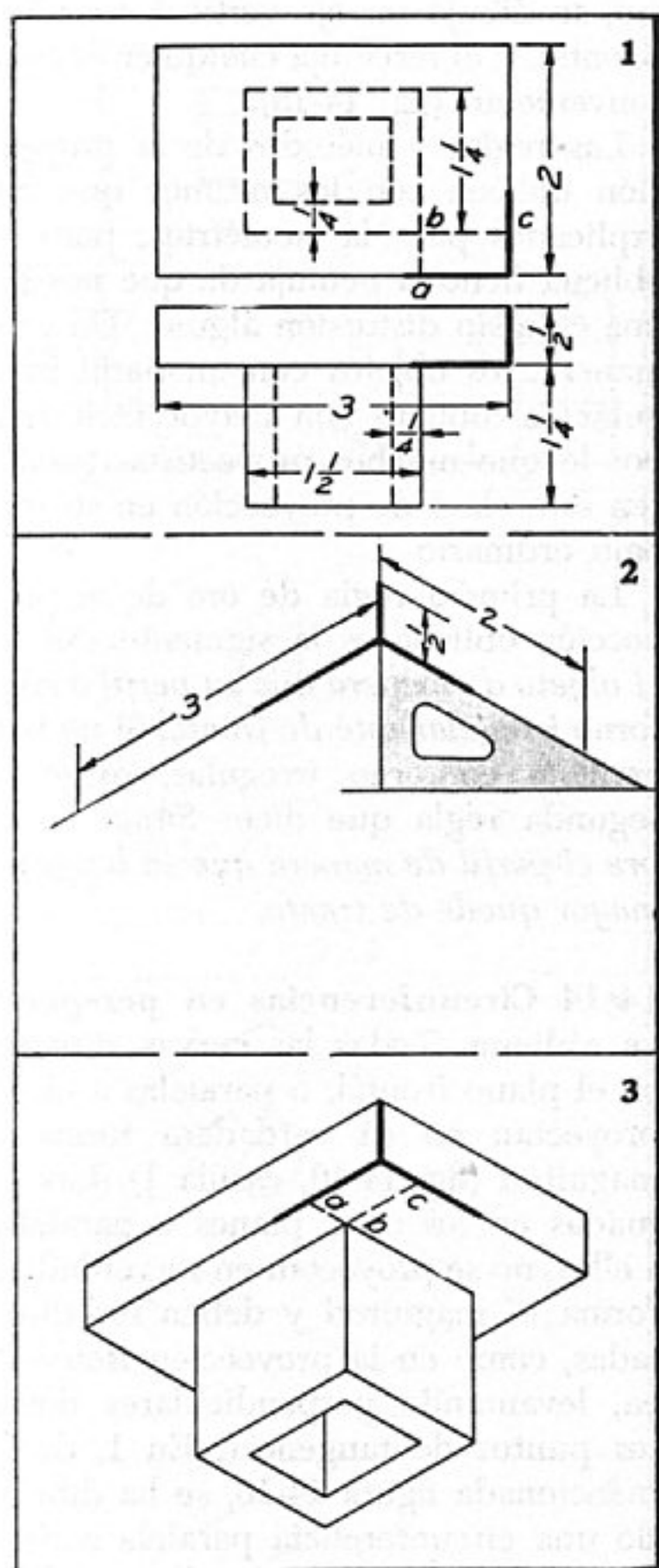


Fig. 14-13 Ejes invertidos.

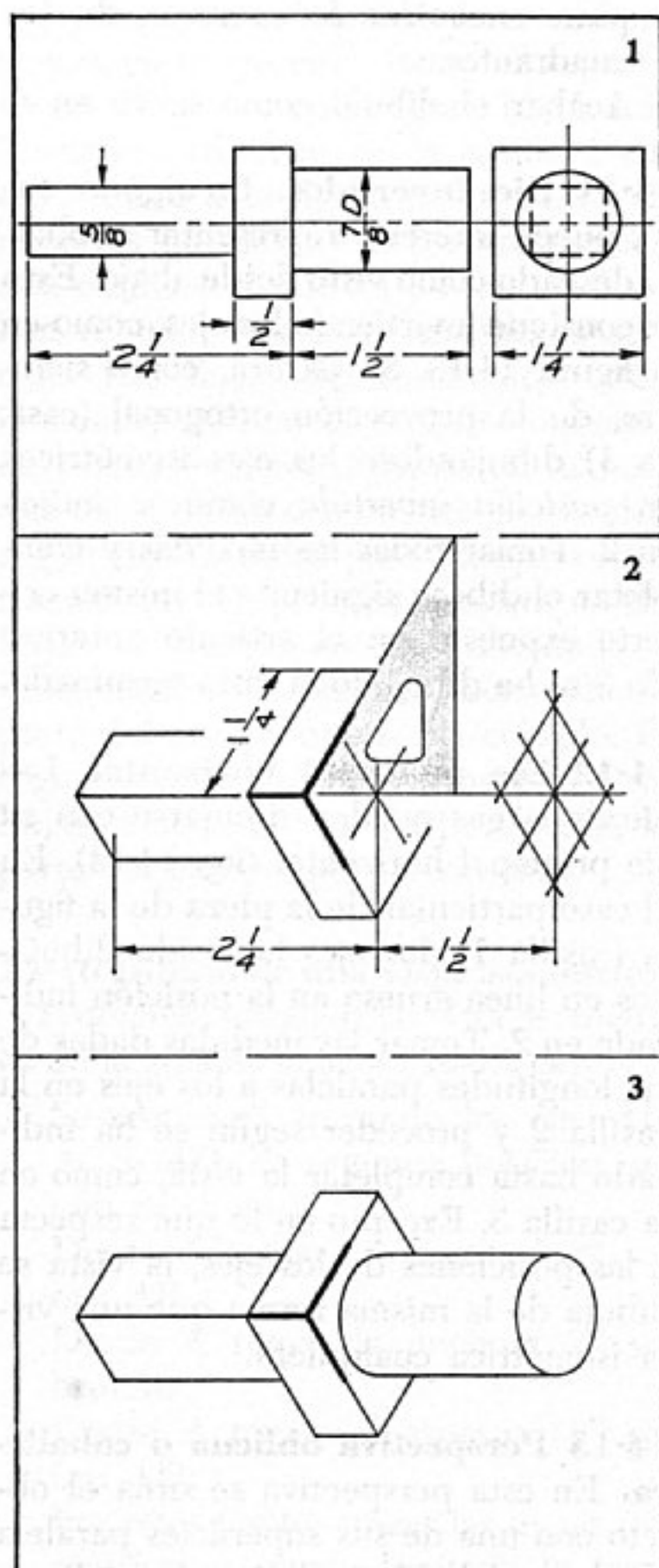
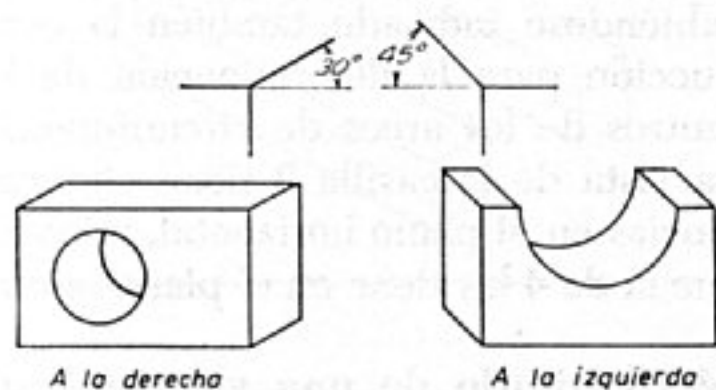
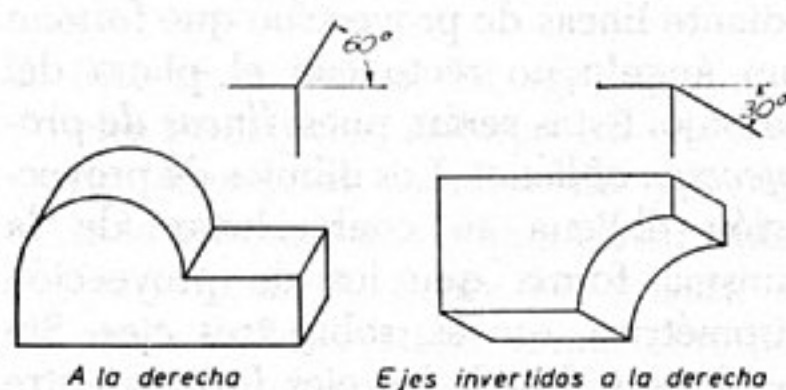


Fig. 14-14 Eje principal horizontal.



A la derecha

A la izquierda



A la derecha

Ejes invertidos a la derecha

Fig. 14-15 Ejes para proyección oblicua (perspectiva caballera).

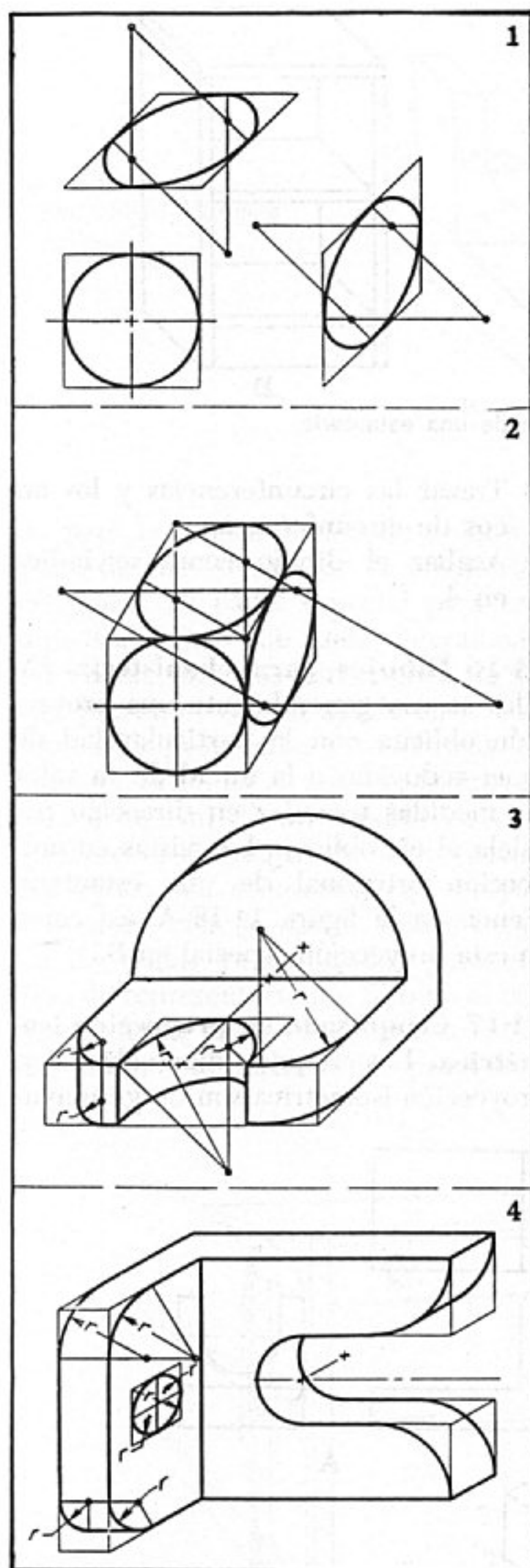


Fig. 14-16 Circunferencias proyectadas oblicuamente.

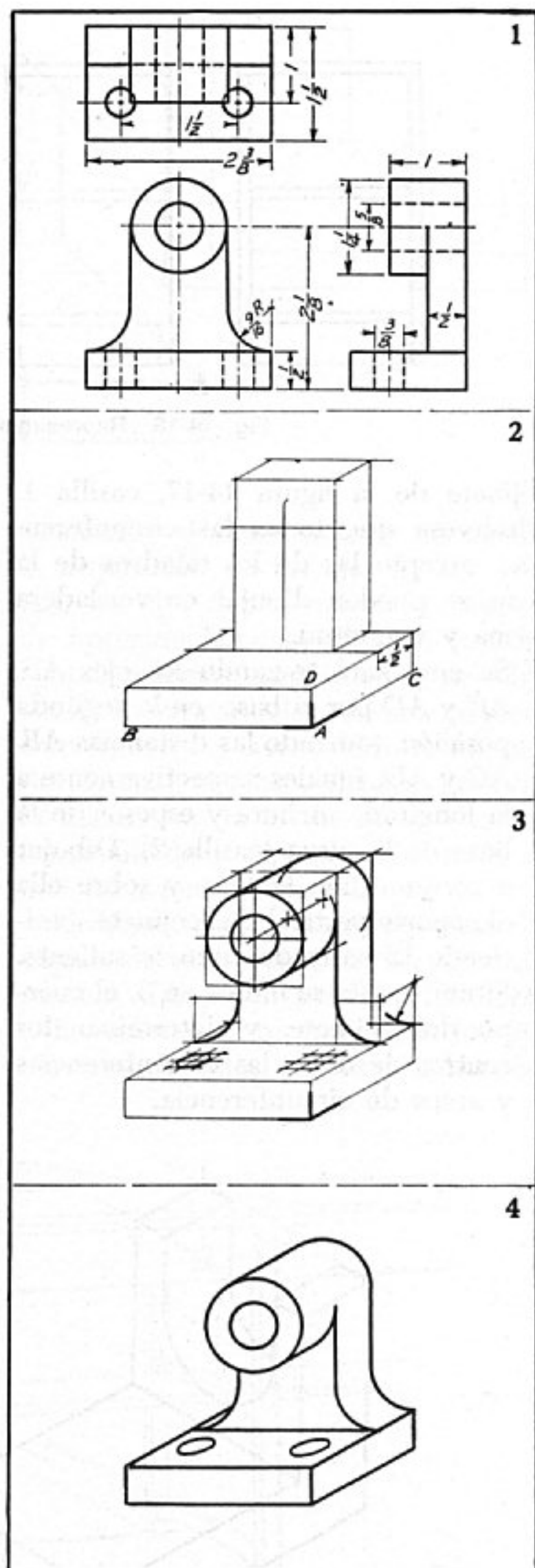


Fig. 14-17 Construcción de una perspectiva oblicua.

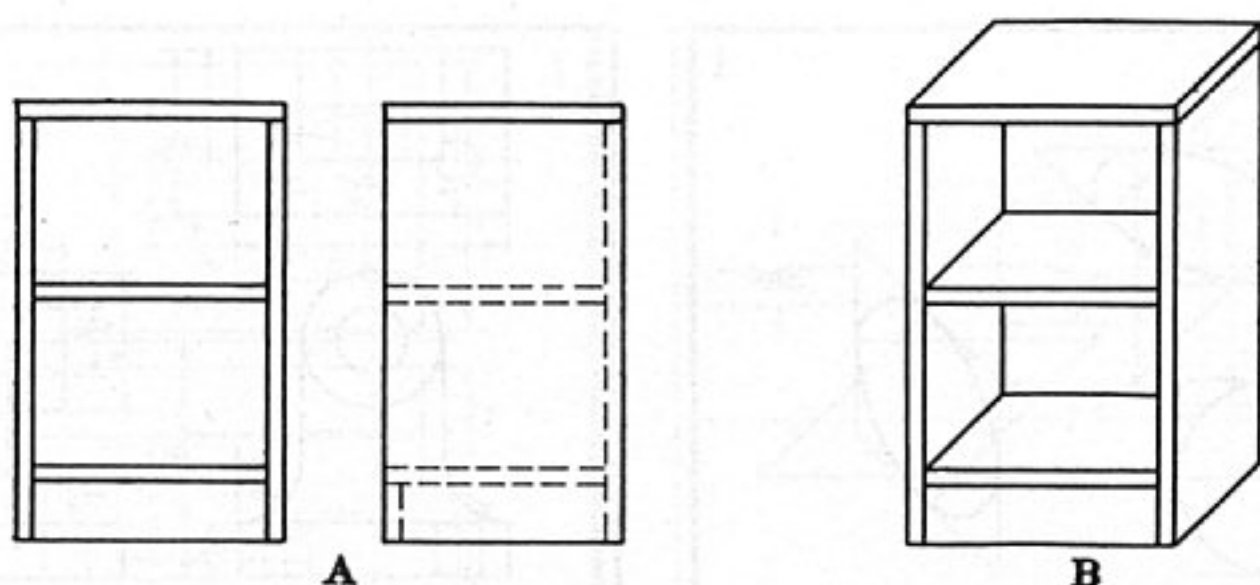


Fig. 14-18 Representación de una estantería.

cojinete de la figura 14-17, casilla 1. Obsérvese que todas las circunferencias, excepto las de los taladros de la base, se pueden dibujar en verdadera forma y magnitud.

- 1) Se empezará trazando los ejes AB , AC y AD por la base, en la segunda posición, tomando las distancias AB , AC y AD , iguales respectivamente a la longitud, anchura y espesor de la base de la pieza (casilla 2). Dibujar a continuación la base y sobre ella el soporte vertical del cojinete, omitiendo la parte de cojinete saliente.
- 2) Situar, según se indica en 3, el cuerpo del cojinete, y determinar los centros de todas las circunferencias y arcos de circunferencia.

3) Trazar las circunferencias y los arcos de circunferencia.

4) Acabar el dibujo como se indica en 4.

14.16 Dibujos para ebanistería. En ellos se usa generalmente una proyección oblicua con la particularidad de tener reducidas a la mitad de su valor las medidas tomadas en dirección paralela al eje oblicuo. Las vistas en proyección ortogonal de una estantería vienen en la figura 14-18 A, así como en esta proyección especial en B.

14.17 Croquizado en proyección isométrica. Los croquis a mano alzada en proyección isométrica son de gran ayu-

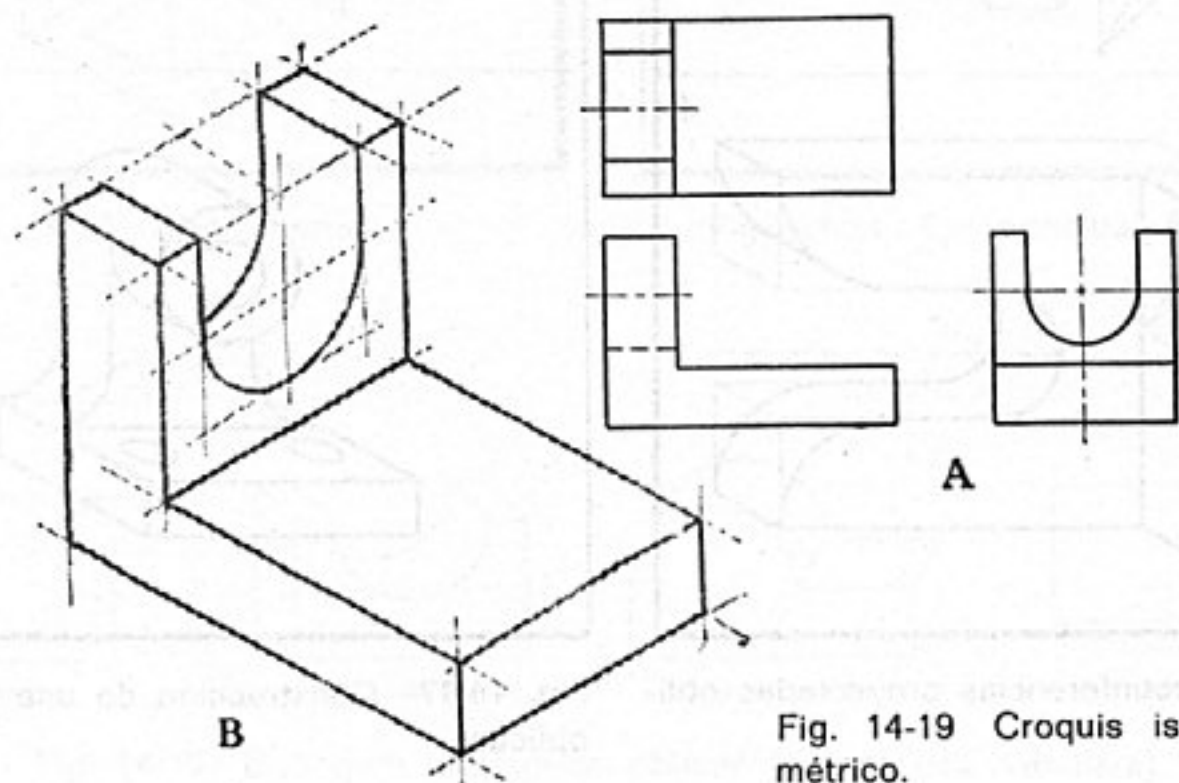
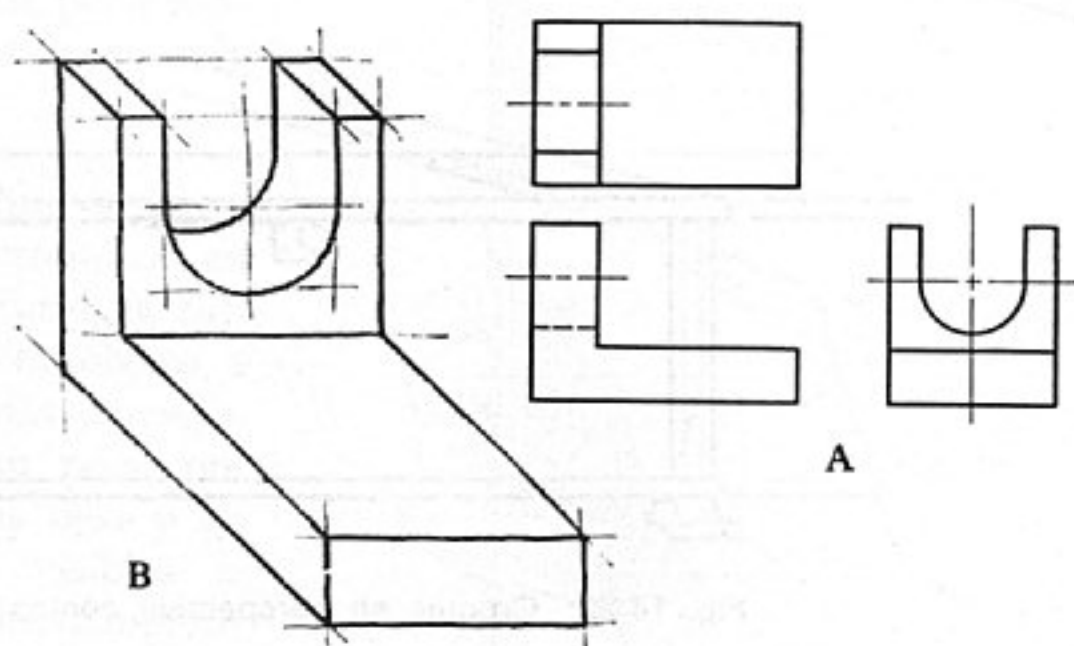


Fig. 14-19 Croquis isométrico.

Fig. 14-20 Croquis oblicuo



da para la interpretación de objetos o parte de ellos dibujados en proyección ortogonal. El papel especial para croquis isométricos con líneas ligeramente reforzadas para las direcciones de los ejes prestarán valiosa ayuda en la confección de proyecciones isométricas. En la figura 14-19, en A, aparece la proyección ortogonal de un soporte en «U». En B se ve el croquis de la proyección isométrica. El croquizado en proyección isométrica se apoya, desde luego, en las reglas ya explicadas para este tipo de representaciones. Si bien al croquizar no se tiene en cuenta la escala del dibujo, al hacerlo en proyección

isométrica sí debe tenerse en cuenta la disposición de los ejes de simetría. Así, los ejes deben formar un ángulo de aproximadamente 30° con la horizontal. Además, casi siempre se dibujan las líneas paralelas con una pequeña convergencia y acortando las longitudes, lo cual, al mismo tiempo que evita la distorsión, da al dibujo una mayor sensación de perspectiva. Se trata de una falsa perspectiva cónica.

Es buena norma, antes de trazar las elipses de proyección de las circunferencias, dibujar el rombo circunscrito a las mismas y recordar que los ejes mayores de estas elipses son horizon-

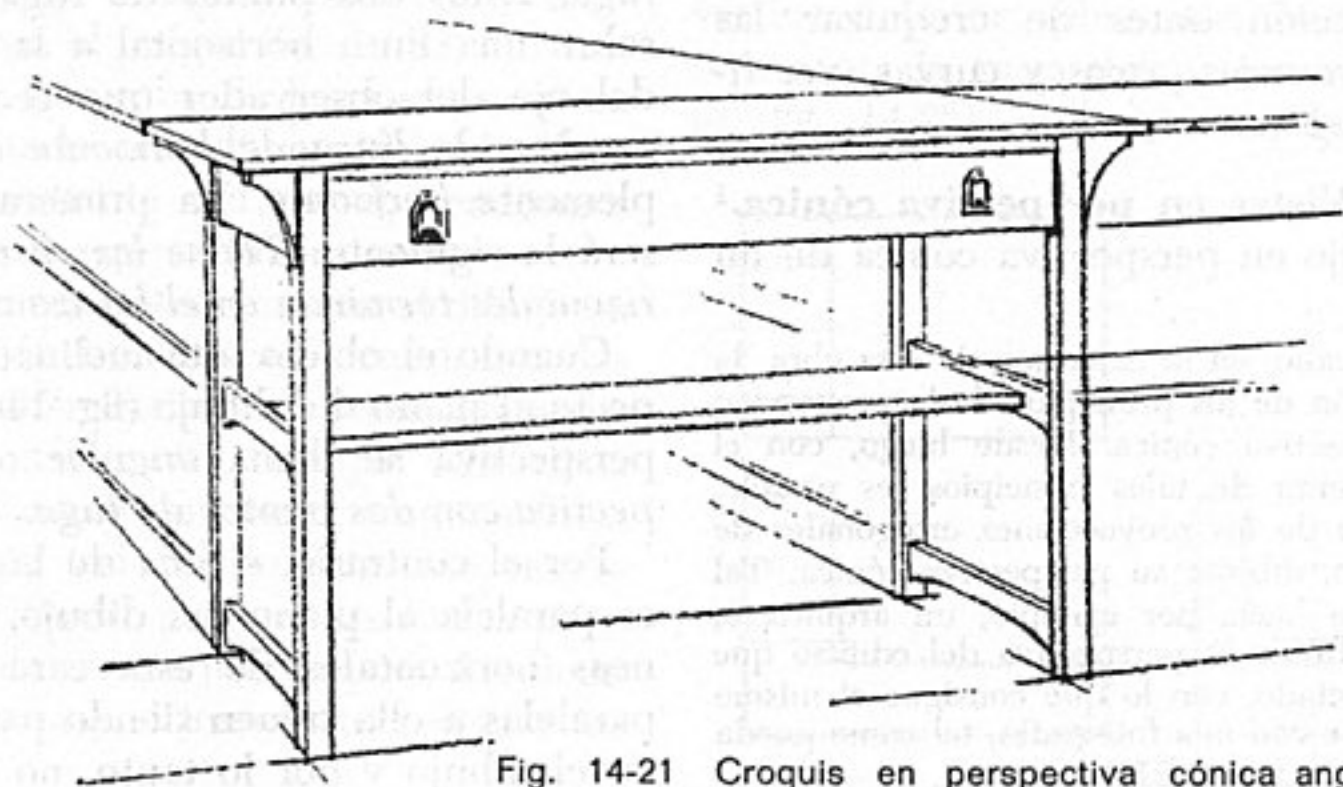


Fig. 14-21 Croquis en perspectiva cónica angular.

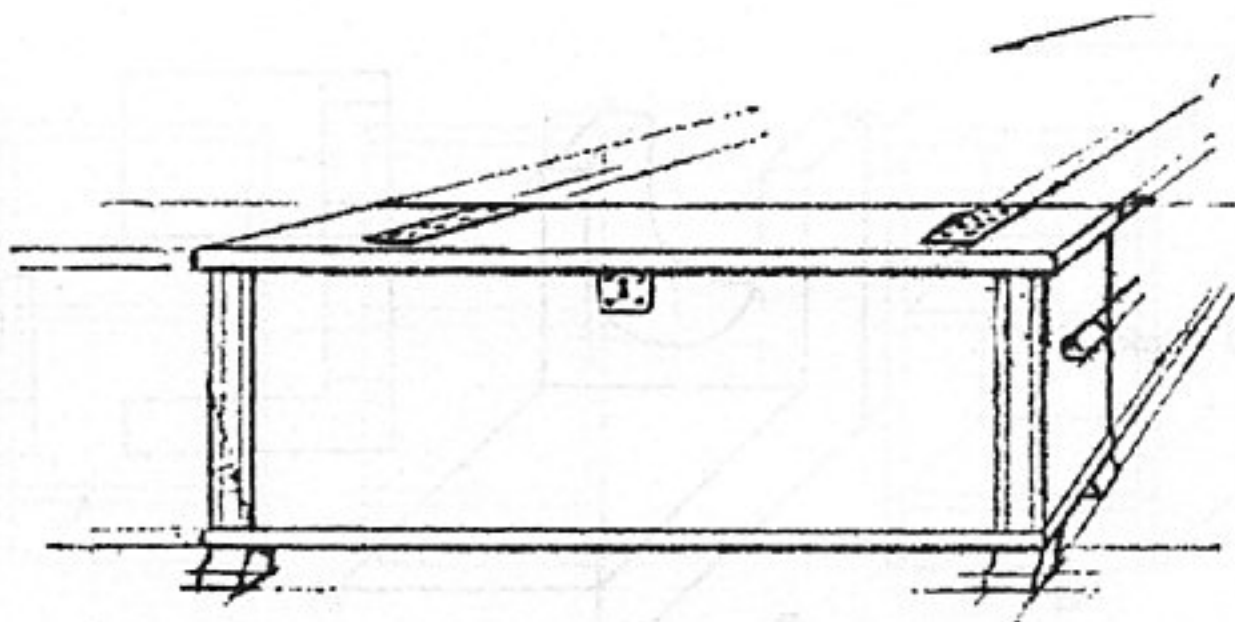


Fig. 14-22 Croquis en perspectiva cónica paralela.

tales cuando lo son los planos de las circunferencias de las cuales son proyección.

En la figura 10-38 puede verse el criterio que se sigue para acotar un croquis en proyección isométrica.

14.18 Croquizado en proyección oblicua. En la figura 14-20, B, se ha dibujado el croquis en proyección oblicua del mismo soporte en «U» de la figura 14-19. La técnica de la perspectiva oblicua constituye la base en que se funda el croquizado en dicho sistema, pero la apariencia puede ser mejorada reduciendo algo las magnitudes según la dirección del eje oblicuo. Trazar siempre las líneas auxiliares de construcción antes de croquizar las circunferencias, arcos y curvas (ver figura 14-16).

14.19 Vistas en perspectiva cónica.¹ El dibujo en perspectiva cónica de un

¹ No cabe, en la extensión de esta obra, la explicación de los principios de la proyección en perspectiva cónica. Desde luego, con el conocimiento de tales principios, es posible, partiendo de las proyecciones ortogonales de un objeto, dibujar su perspectiva cónica. Tal es lo que hace, por ejemplo, un arquitecto, cuando dibuja la perspectiva del edificio que ha proyectado, con lo que consigue el mismo efecto que con una fotografía, tal como puede verse en la figura 21-1.

objeto es la representación del mismo tal como se nos aparece en la realidad. Por lo tanto, un croquis hecho en esta perspectiva es lo que mejor ilustra sobre la forma de un objeto. Los principios elementales del dibujo en perspectiva cónica son familiares a la mayoría a través del estudio del dibujo a mano alzada, siéndoles muy útil este conocimiento al estudiar la descripción de las formas.

En el croquis en perspectiva cónica de la figura 14-21, es de hacer notar que las líneas verticales siguen siendo verticales en el dibujo, y que los dos haces de líneas horizontales convergen en sendos puntos llamados *puntos de fuga*. Estos dos puntos de fuga están sobre una línea horizontal a la altura del ojo del observador que recibe el nombre de *línea de horizonte* o simplemente *horizonte*. La primera regla será la siguiente: *Todas las rectas horizontales terminan en el horizonte*.

Cuando el objeto está inclinado respecto al plano del dibujo (fig. 14-21) su perspectiva se llama *angular* o *perspectiva con dos puntos de fuga*.

Por el contrario, si una de las caras es paralela al plano del dibujo, las líneas horizontales de esta cara o las paralelas a ella siguen siendo paralelas en el dibujo y por lo tanto, no tienen

punto de fuga. Es la llamada perspectiva *paralela* o *perspectiva con un solo punto de fuga* (fig. 14-22).

14.20 Dibujo de un croquis en perspectiva del natural. Al croquizar en perspectiva cónica, del natural, la primera operación es situar el objeto a croquizar en la posición más correcta. Es conveniente situarlo un poco por debajo de la altura de los ojos y en posición tal que queden visibles la mayor parte de sus detalles. Empezar trazando la arista vertical más cercana. A partir de ella, se trazan, con trazo fino, las direcciones de las líneas principales, más largas que los límites de la figura. Comprobar si estas direcciones son correctas y acotar sobre ellas las dimensiones tomadas a estima, como sigue: colocando la hoja del dibujo *normal* a la línea ojo-objeto (línea de la visual), se mantiene el lápiz, con el brazo extendido, *paralelo* al papel; se gira el brazo hasta que el lápiz cubra la recta del modelo en cuestión; habremos puesto ya el lápiz en la dirección deseada. Si manteniéndolo paralelo a sí mismo lo trasladamos sobre el papel, podremos dibujar la dirección buscada. Para estimar las longitudes aparentes, se coge el lápiz, como antes, marcando con el pulgar (fig. 14-23) el trozo de lápiz que cubre la línea en cuestión. Trasladando esta dimensión a la línea correspondiente del papel, tendremos acotado el segmento deseado.

Es conveniente, como en el dibujo en proyección isométrica, encuadrar todas las circunferencias así como los arcos de circunferencia. Dibujar con trazo fino y firme, y no borrar ninguna línea hasta que todo el croquis esté encuadrado. Dibujar primero las líneas principales del contorno, después los detalles interiores. Finalmente reforzar las líneas.

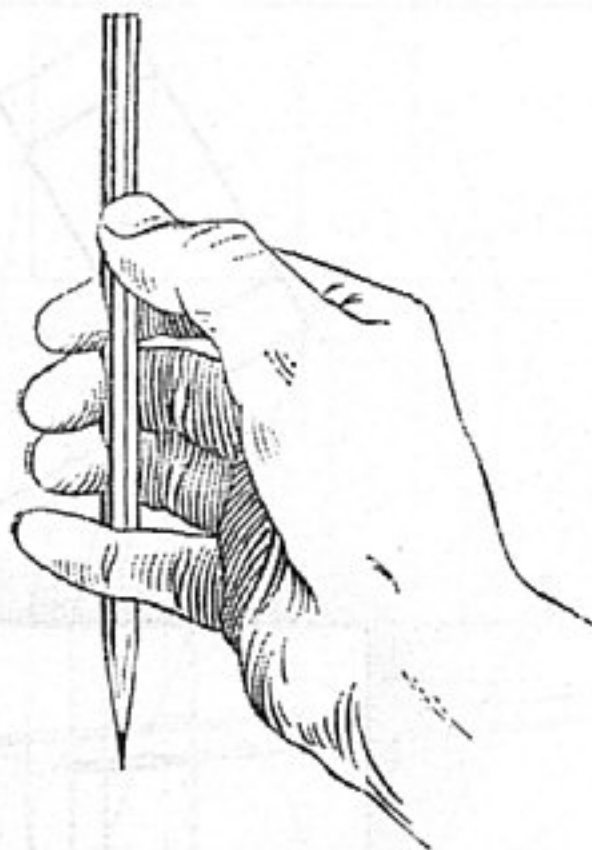


Fig. 14-23 Apreciación de las proporciones.

14.21 Dibujo de un croquis en perspectiva cónica partiendo de las proyecciones ortogonales. Como ejemplo explicaremos el proceso seguido para dibujar la vista en perspectiva cónica del soporte en U (fig. 14-25), a partir de las proyecciones ortogonales indicadas en la figura 14-24.

El método se podría llamar del *haz de rayos* y es el que más aceptación tiene, debido a su sencillez. Se empieza situando la planta de la pieza con su vértice anterior sobre una recta que representa la traza del plano de dibujo (fig. 14-25). Hay que imaginar el

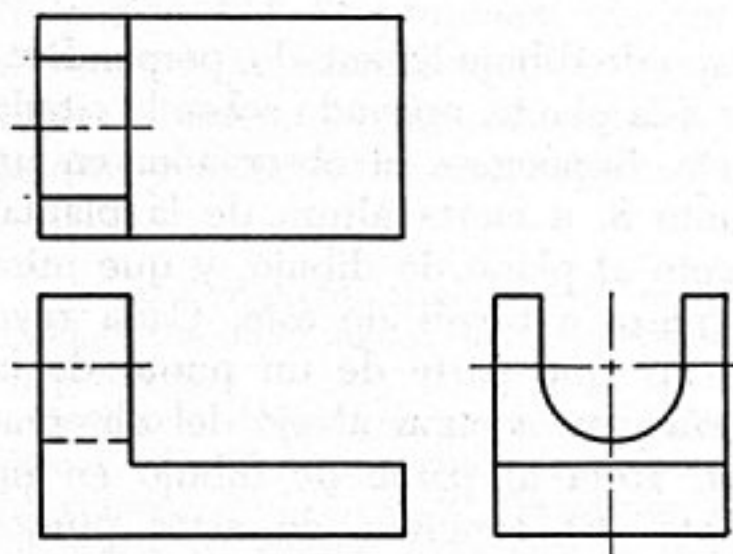


Fig. 14-24 Soporte en U.

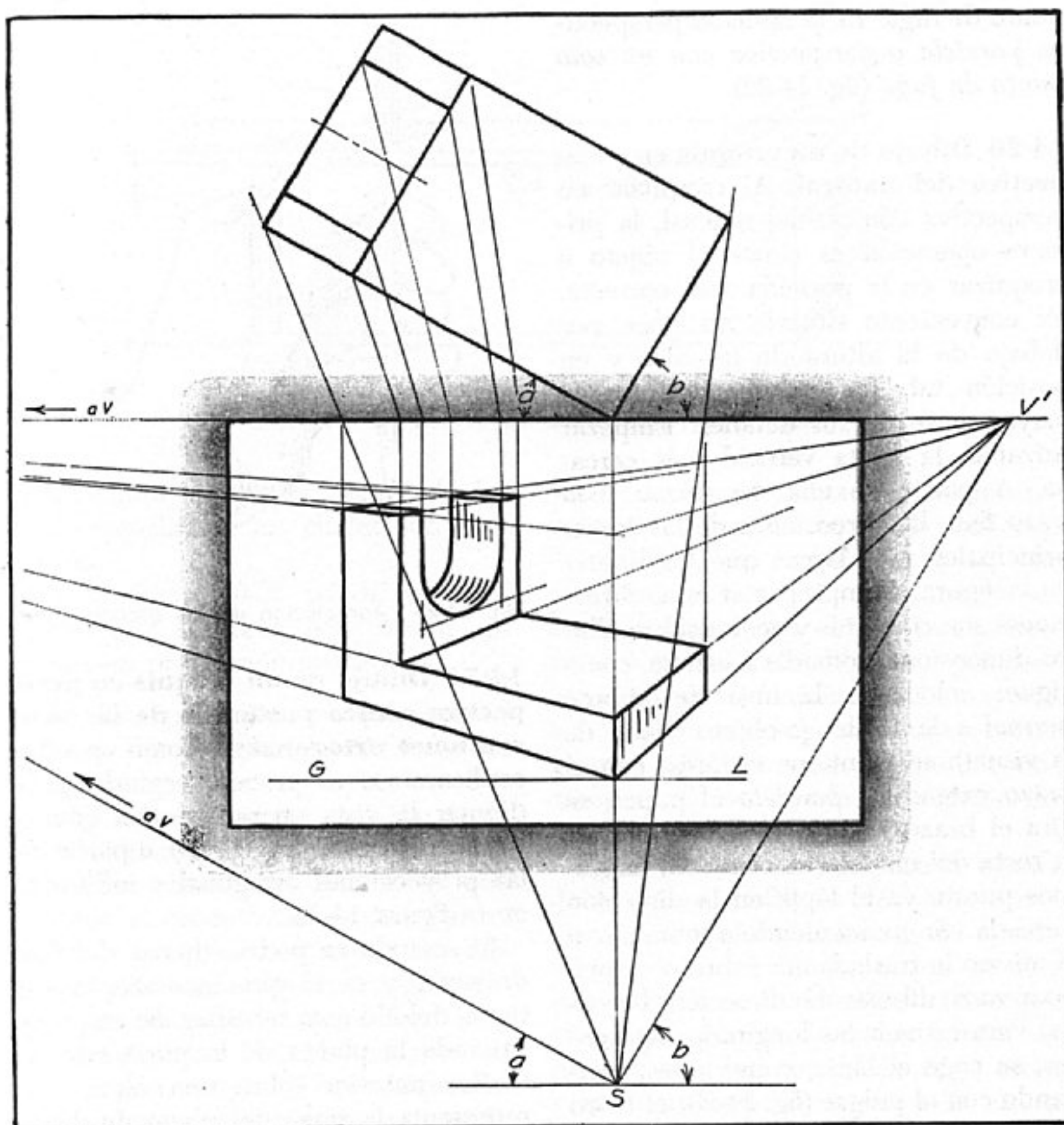


Fig. 14-25 Construcción del croquis en perspectiva cónica.

plano de dibujo levantado, perpendicular a la planta, apoyado sobre la citada recta. Supóngase el observador en un punto S , a cierta altura de la planta, frente al plano de dibujo, y que mira la pieza a través de éste. Cada rayo de luz que parte de un punto de la pieza y va a parar al ojo del observador, corta al plano de dibujo en un punto. El conjunto de estos puntos forman la imagen de la pieza, tal como

la ve el observador. Para evitar distorsiones, el punto S debe estar a una distancia del plano de imagen por lo menos de dos veces la anchura o altura del objeto.

Recuérdese que todas las proyecciones verticales de los puntos situados sobre el plano de la imagen caerán sobre la recta VV' . La recta horizontal del plano de la imagen, situada a la misma altura de la planta que el punto

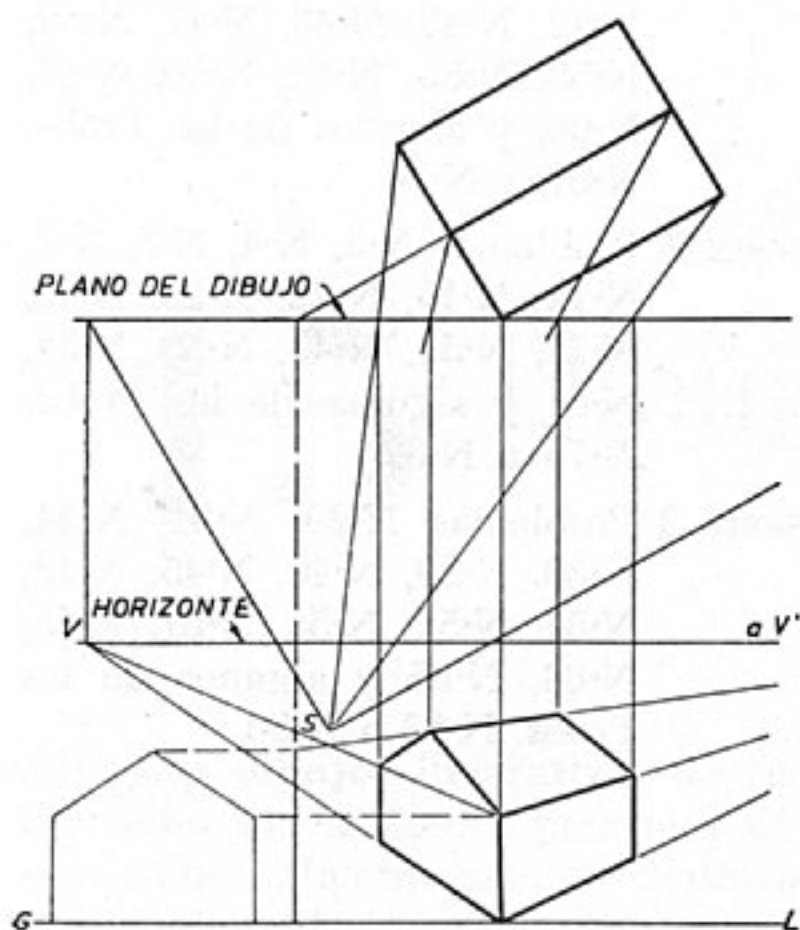


Fig. 14-26 Perspectiva cónica angular.

S, es la línea de horizonte. Las paralelas por S a las rectas de la planta cortarían a la línea de horizonte en los puntos de fuga V y V'.

Pensemos ahora que el plano de imagen se adelanta hacia el observador y se abate sobre la planta, de forma que la recta de horizonte caiga sobre la recta VV' . Ello significa prácticamente que la recta GL , que es el borde inferior del plano de imagen y coincidía con VV' cuando estaba en posición vertical, queda ahora a una distancia de ésta igual a la altura del punto de vista. En la intersección de GL con la perpendicular a ella por el vértice frontal de la planta, se dibuja la arista frontal de la pieza, y si se une dicho punto con V y V' se tendrán las aristas de la base.

Para limitarlas se bajan perpendiculares por los puntos de intersección de los rayos con la recta VV' . Las alturas deben tomarse sobre la recta vertical correspondiente del plano de imagen, y uniéndolas con los puntos de fuga

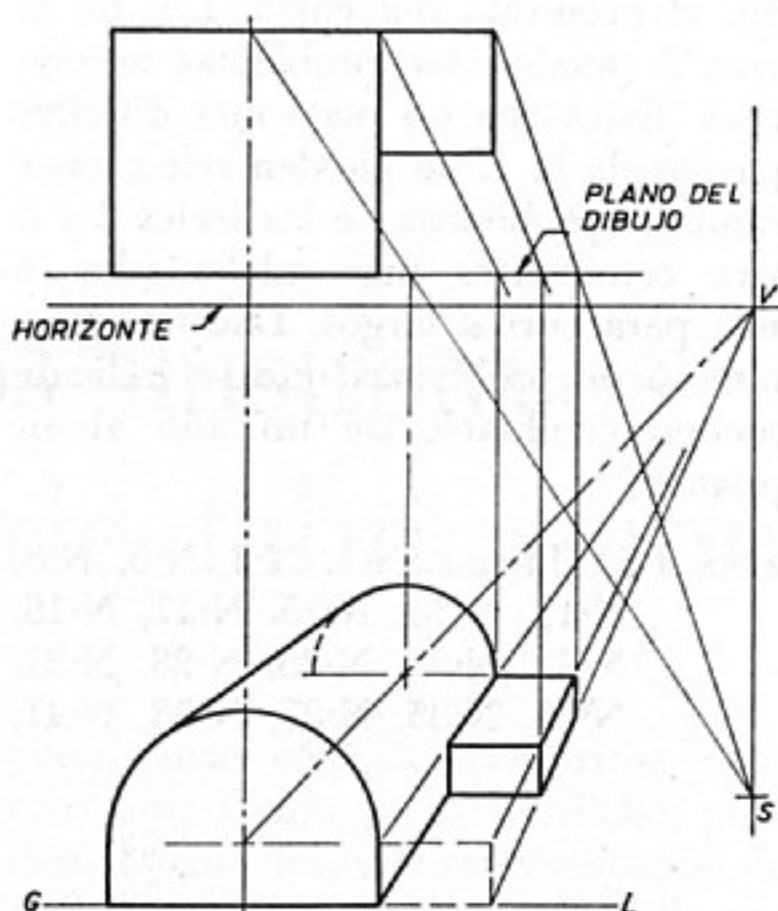


Fig. 14-27 Perspectiva cónica paralela.

las podremos trasladar a la cara correspondiente. La atenta observación de la figura 14-25 permitirá deducir cómo se termina la figura. Compárense las representaciones de las figuras 14-19, 14-20 y 14-25, que corresponden al mismo objeto (el soporte en U de la figura 14-19 ó 14-24).

Un atento estudio de las figuras 14-26 y 14-27 ayudará sin duda al estudiante a construir croquis en perspectiva cónica angular y paralela.¹

14-22 Problemas propuestos. Grupo N, página 474. Se proponen tres series diferentes. La serie 1 incluye los problemas básicos y más elementales, de la que pueden extraerse problemas se-

¹ A este respecto, también será de gran utilidad consultar alguna obra especializada en perspectiva.

C. CLAUDI, *Manual de perspectiva*, 6.ª edición; F.T.D., *Tratado práctico de perspectiva*, 7.ª edición; P. J. LAWSON, *Perspectiva para dibujantes*, 3.ª edición; todos ellos de la Editorial Gustavo Gili, S. A., Barcelona.

gún el propósito del curso. Los de la serie 2 pueden ser problemas adicionales. Éstos son un poco más difíciles que los de la 1. Se pueden seleccionar asimismo problemas de las series 2 y 3 para estudiantes más adelantados o bien para cursos largos. Dado el gran número de problemas que se indican, pueden cambiarse de un año al siguiente.

SERIE 1 Problemas N°1, N°2, N°5, N°8, N°11, N°13, N°15, N°17, N°18, N°21, N°24, N°25, N°28, N°31, N°33, N°35, N°37, N°38, N°41,

N°42, N°43, N°46, N°47, N°49, N°53, N°56, N°59, N°60, N°64, N°66, y algunos de los Probs. N°67 a N°74.

SERIE 2 Problemas N°3, N°4, N°7, N°9, N°14, N°16, N°22, N°23, N°26, N°27, N°30, N°44, N°50, N°54, N°61 y algunos de los Probs. N°75 a N°82.

SERIE 3 Problemas N°29, N°32, N°34, N°36, N°39, N°40, N°45, N°48, N°51, N°52, N°55, N°57, N°58, N°63, N°65 y algunos de los Probs. N°83 a N°90.

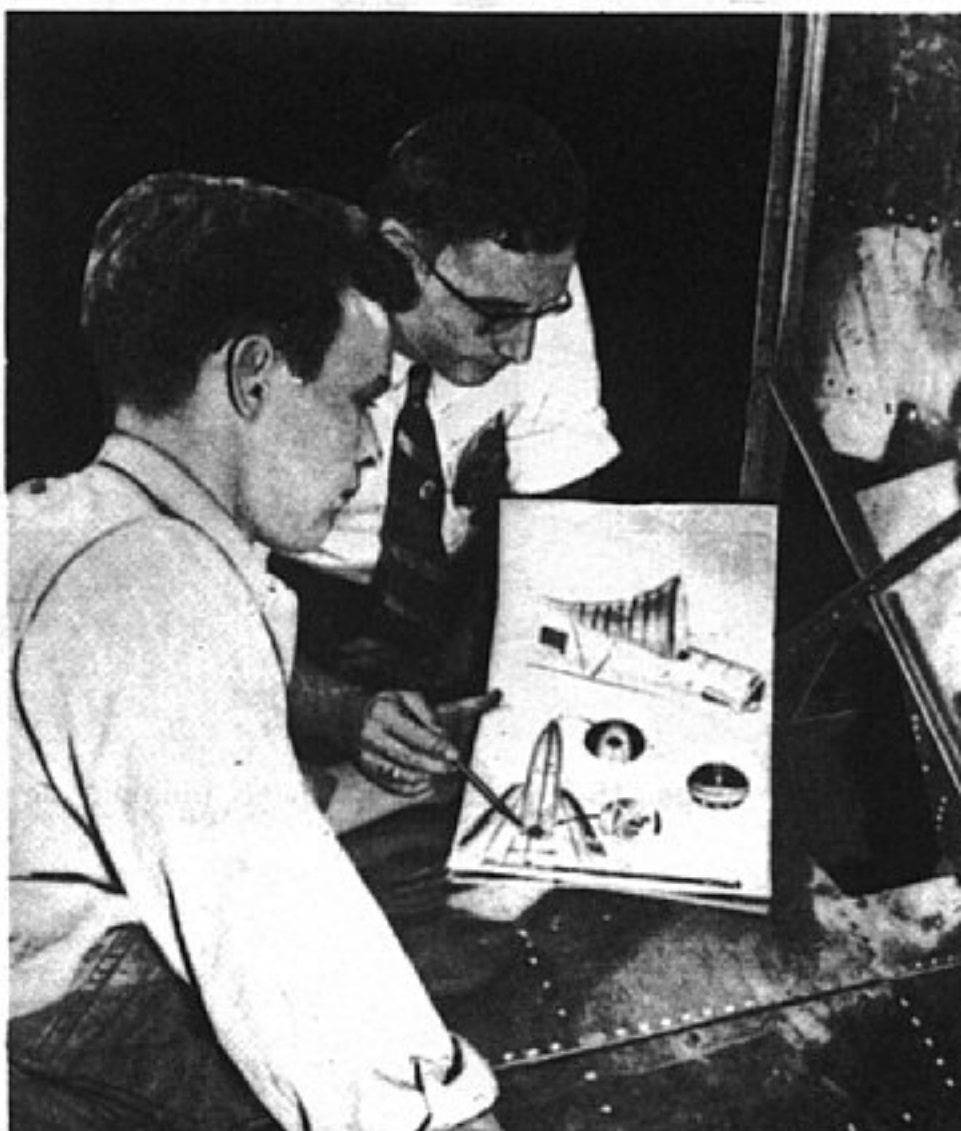
15 Dibujos ilustrativos de fabricación

15.1 Los dibujos ilustrativos de fabricación son utilizados para muy diversos fines. Mientras unos se destinan a la ayuda en la interpretación de planos de piezas y conjuntos de piezas, otros ilustran sobre un proceso completo de fabricación, tanto si éste se refiere al de una pieza, como al de una máquina completa. También se emplean para la explicación de instalaciones complejas y su funcionamiento y, en general, para cualquier otro propósito, siempre que su aplicación permita una mayor claridad de exposición y por lo tanto una interpretación más rápida y segura. Se presentan siempre en forma de perspectivas en sus distintas modalidades. En la figura 15-1 están fotografiados dos dibujos de este tipo empleados por la Boeing Aircraft Company, mientras que en las figuras 15-2 y 15-3 pueden verse estos dibujos ilustrativos por separado. Obsérvese en los mismos los cortes hechos, y los detalles dibujados aparte a mayor escala, que facilitan la ilustración, así como las notas escritas que se han añadido.

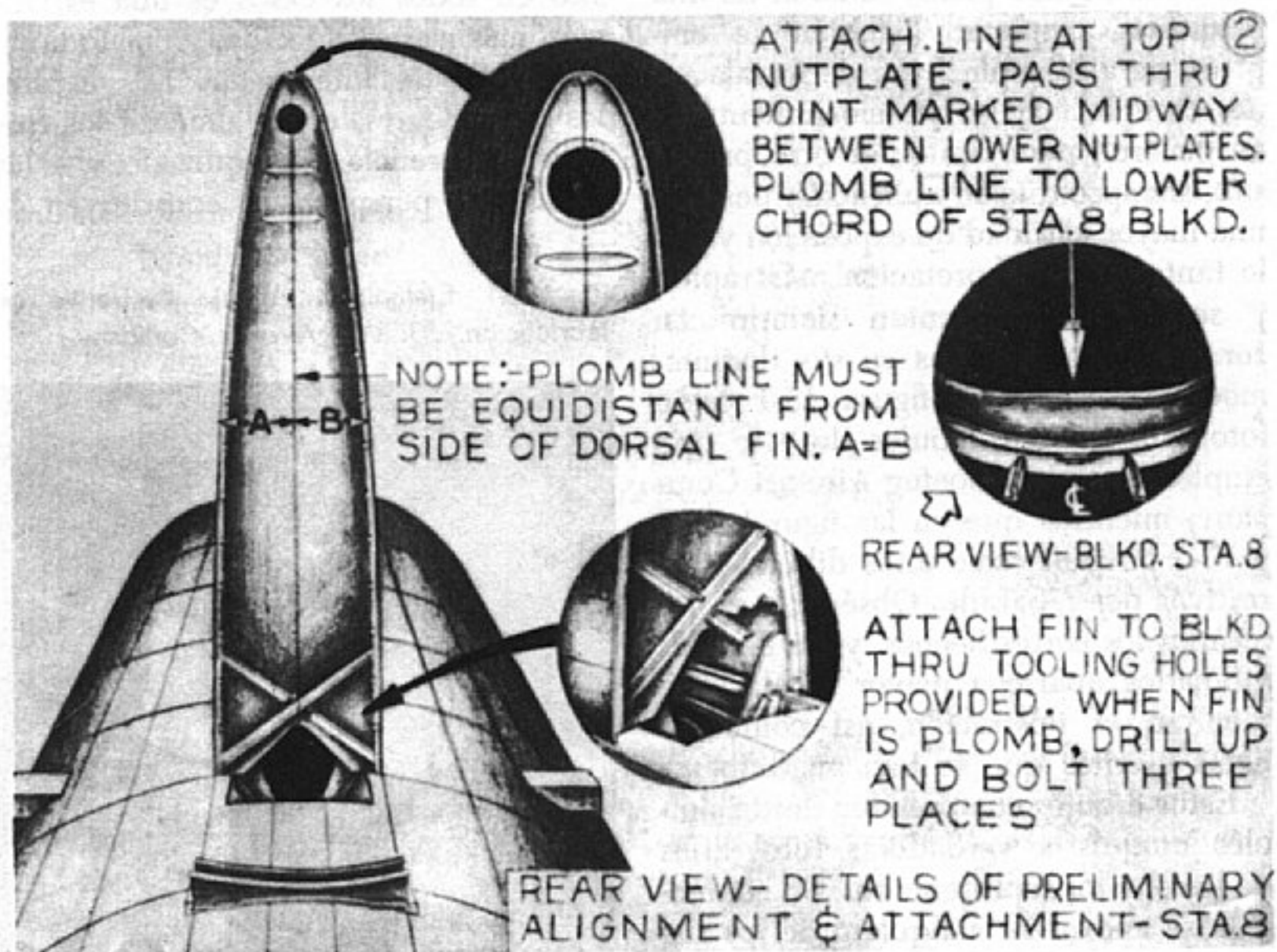
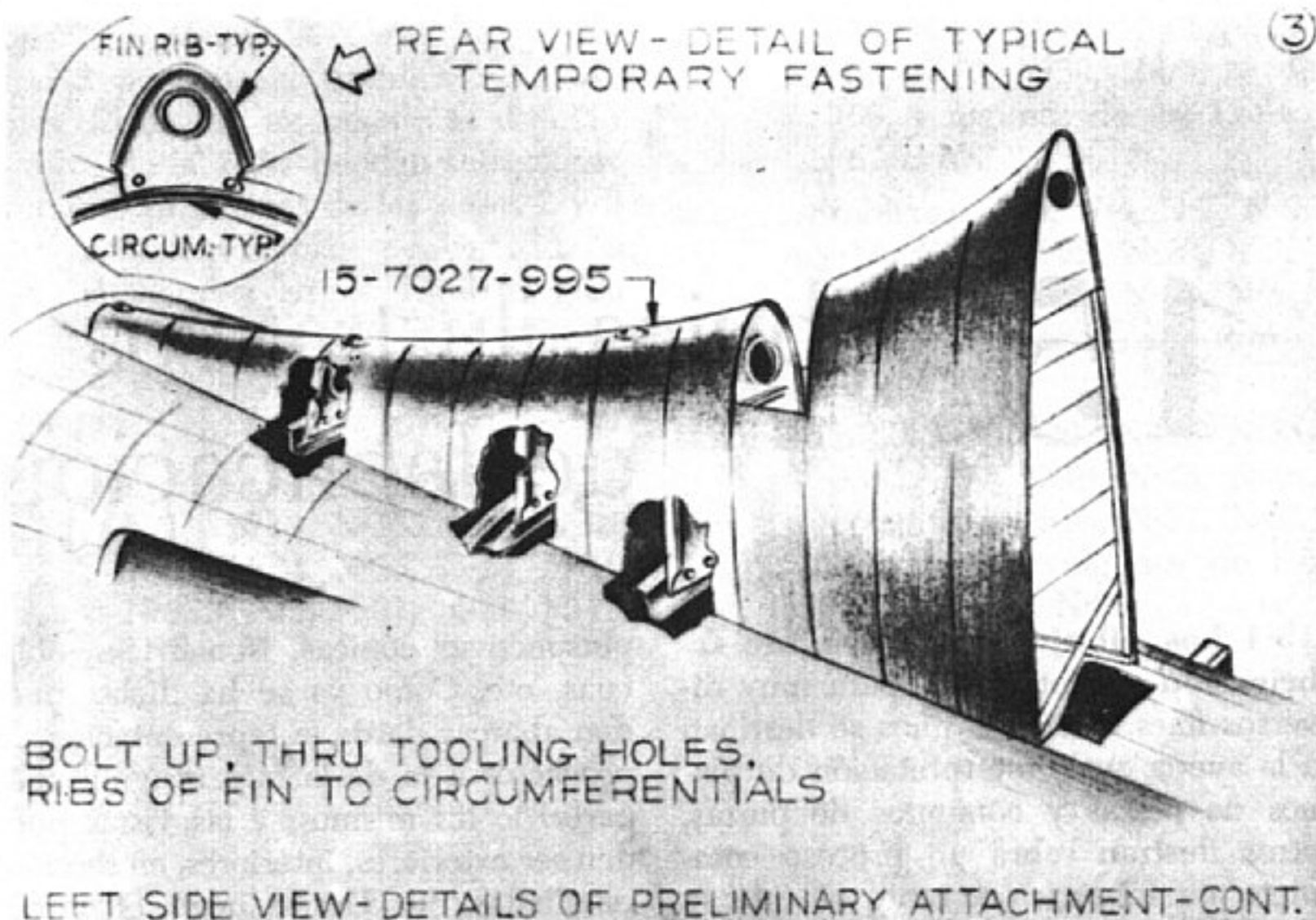
Estos dibujos comprenden desde simples croquis a verdaderas fotografías de los objetos representados. Su confección se apoya en cualquiera de los sistemas de proyección explicados en el capítulo 14. Podrán ser, por lo tanto,

perspectivas cónicas, isométricas, oblicuas, etc. Como ya se ha dicho, pueden abarcar desde la representación de proyectos a la de la más insignificante parte de los mismos, y las vistas pueden ser exteriores, interiores, en sección, detalladas, etc. Desde luego, el propósito en todos los casos es una exposición más clara y sencilla, y por lo tanto más fácil de interpretar. Los capítulos precedentes, especialmente los que hacen referencia a croquizado y a las vistas en perspectiva, constituyen la

Fig. 15-1 Ejemplo de dibujo ilustrativo de fabricación. (Boeing Aircraft Company.)



(3)



Figs. 15-2 y 15-3 El mismo ejemplo de la figura anterior. (Boeing Aircraft Company.)

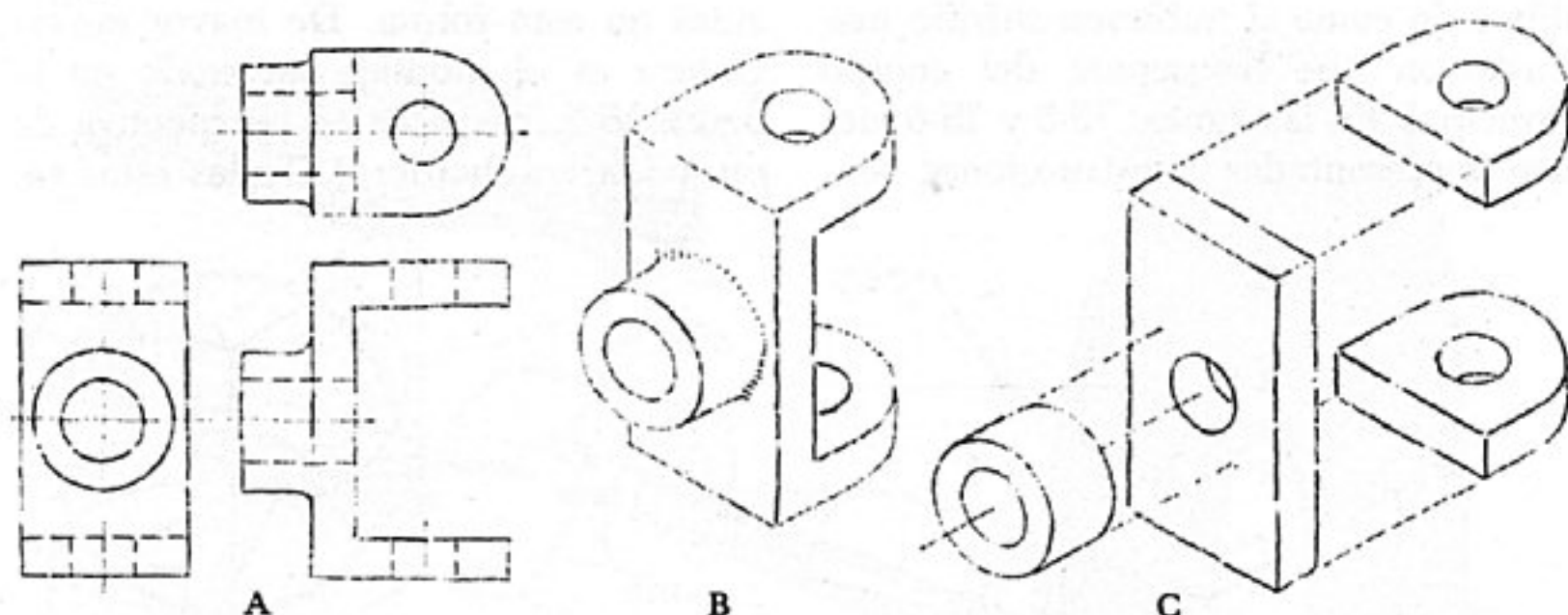


Fig. 15-4 Ejemplo de perspectiva de despiece.

base para estos dibujos ilustrativos de fabricación. Los dibujos destinados al uso dentro de la misma empresa pueden ser dibujados por un proyectista corriente. Sin embargo, hay dibujantes especializados en dibujos ilustrativos para los casos en que deba darse al dibujo una cierta calidad artística.

Los dibujos ilustrativos (perspectivas) han venido empleándose para la ilustración de listas de piezas, manuales de servicio y manejo, etc. Particularmente en la industria aeronáutica, se ha hecho gran uso de ellos, tanto para representar el proyecto inicial, como las varias etapas de fabricación y el montaje final. Cuando el avión se entrega al cliente, el fabricante facilita manua-

les ilustrados de servicio, operación y manejo de los mismos.

15.2 Perspectivas de despiece. Cada pieza o grupo consta de varios elementos que pueden representarse separadamente, independientes uno de otro. Pero si se agrupan de forma que el dibujo ya da una idea bien clara de su posición relativa y la forma en que van montados los elementos, se tiene lo que se llaman *perspectivas de despiece* o vistas «explosionadas».

Así en la figura 15-4, en A, tenemos las vistas ortogonales de una pieza; en B la misma pieza en perspectiva, y en C se ha indicado la perspectiva de despiece. Las partes elementales se han

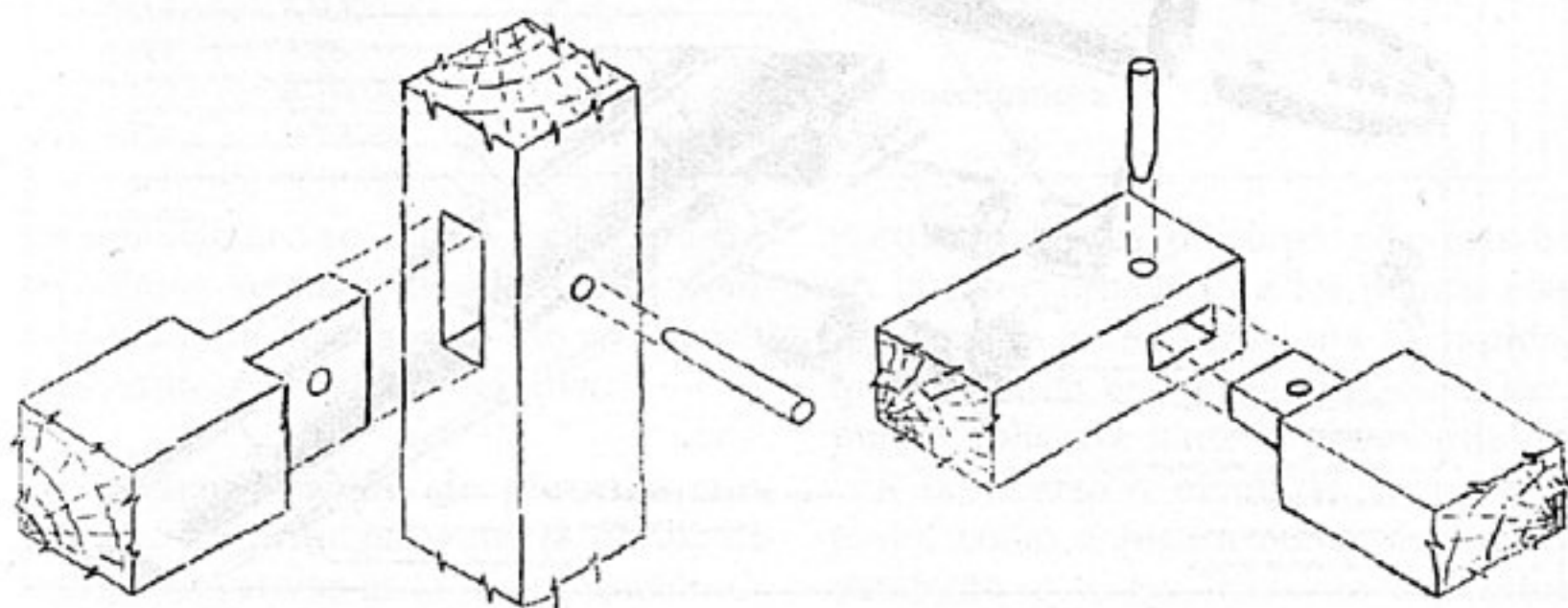


Fig. 15-5 Ejemplos de perspectivas de despiece.

dibujado como si hubiesen sufrido una traslación que las separa del cuerpo principal. En las figuras 15-5 y 15-6 vienen representadas construcciones sen-

cillas en esta forma. De mayor envergadura es el montaje mostrado en la figura 15-7 (despiece en perspectiva de un avión bombardero). Todas estas re-

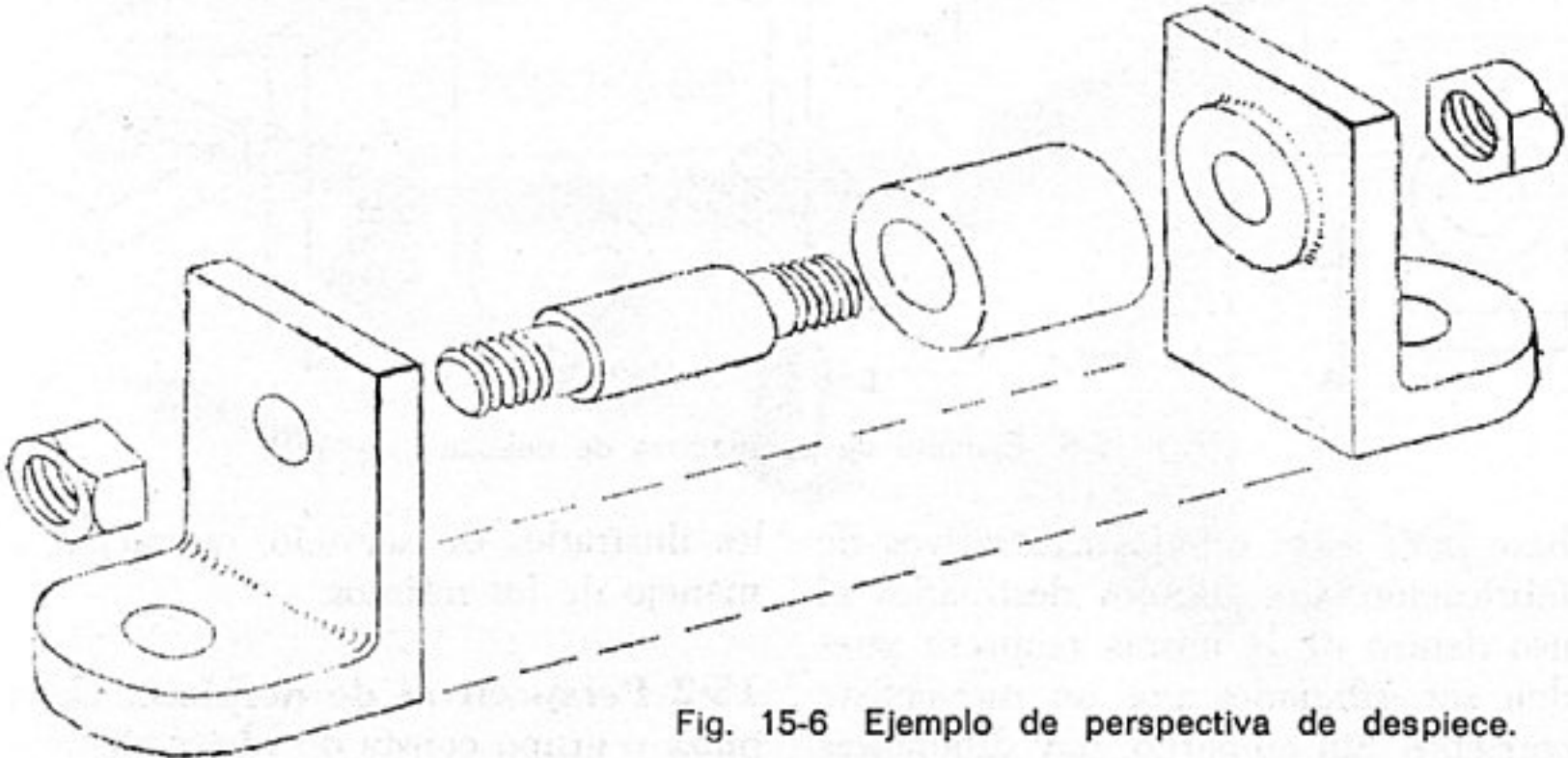


Fig. 15-6 Ejemplo de perspectiva de despiece.

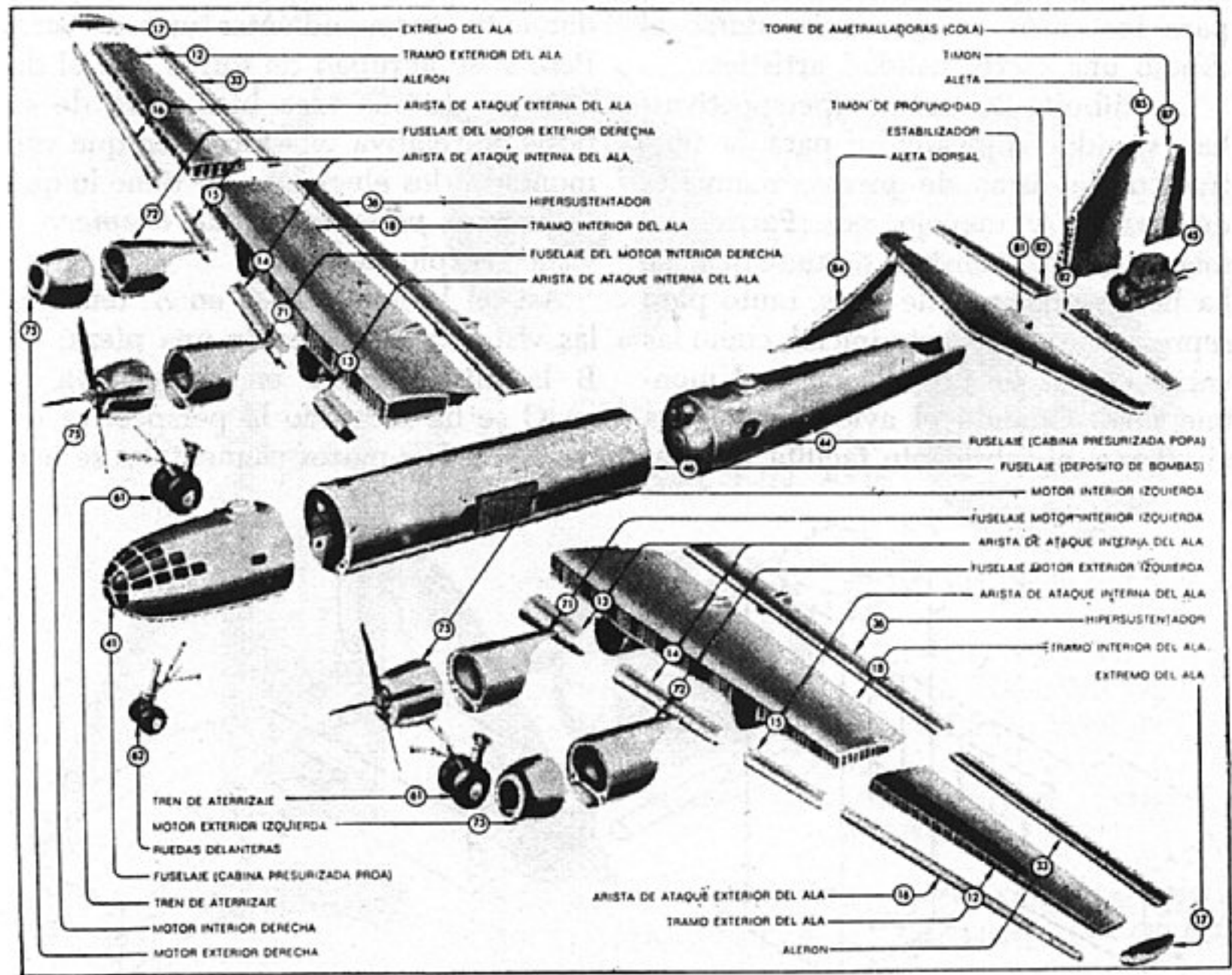


Fig. 15-7 Despiece general de un montaje complejo. (Boeing Aircraft Company.)

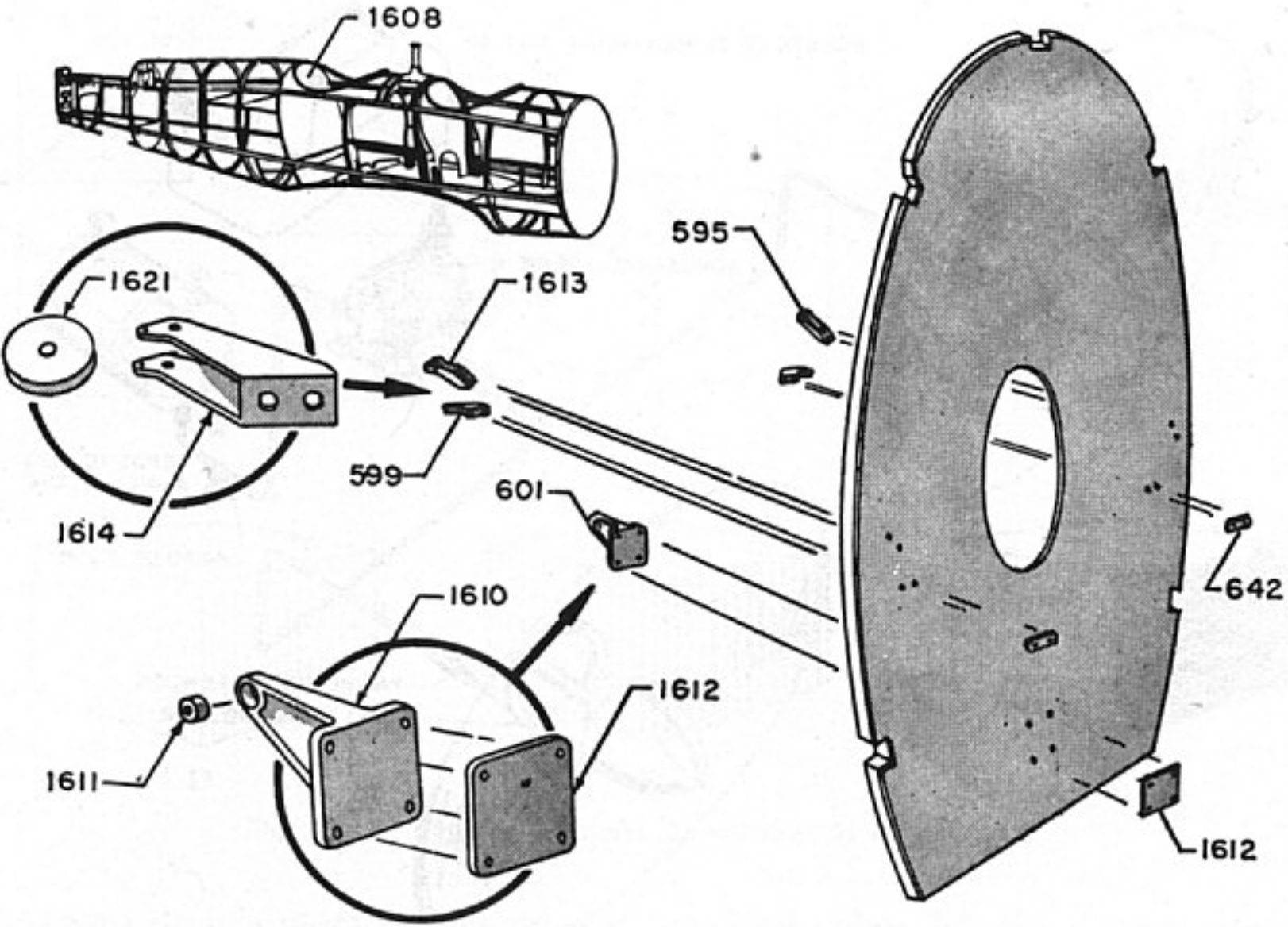


Fig. 15-8 Ilustración de identificación. (Timm Aircraft Corporation.)

N.º ref.	Numeración parcial	Denominación	Unidades
1608	3-31010	Refuerzo fuselaje Sta. 100.375-106.25	1
595	3-71016	Soporte frontal de cable de control	1
1621	AN210-1A	Polea	2
599	3-70054	Soporte de la polea	2
642	3-70060	Contraplaca	4
601	3-68015	Soporte del cojinete	1
1610	3-68015-2	Pieza de fundición	1
1611	AN200-K4	Cojinete	1
1612	3-68016	Contraplaca	1
1613	3-79020	Conjunto guía cable desenganche	1
1614	3-79021	Soporte de la guía	1

presentaciones se basan en el mismo principio: separar los elementos componentes de forma que no se pierda la idea de su posición relativa.

15.3 Identificación de piezas o conjuntos. La principal ventaja de los dibujos ilustrativos es la identificación de piezas o conjuntos: en muchos casos,

porque ayuda a personas no versadas en la interpretación de los planos convencionales y, en otros, por la rapidez que permiten en su identificación. Esto puede aplicarse tanto a piezas que deban fabricarse o montarse en un conjunto, como a instrucciones de funcionamiento y a las listas de repuestos. La figura 15-8 indica una de estas for-

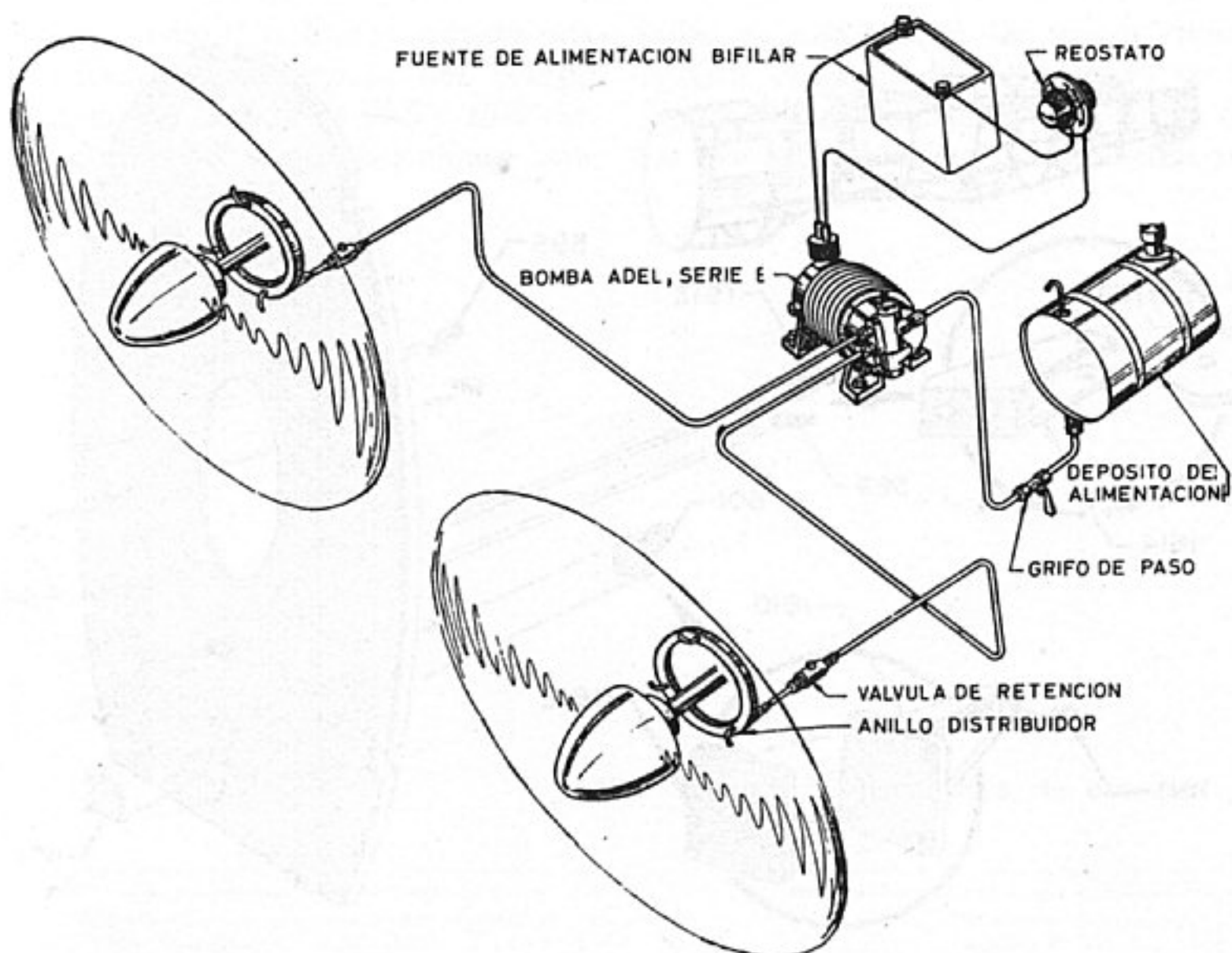


Fig. 15-9 Dibujo en perspectiva. (Adel Precision Products Corporation.)

mas de identificación, numerando cada una de las piezas.

15.4 Diagramas en perspectiva y representación de instalaciones. Los dibujos en perspectiva son muy expeditivos para mostrar la posición relativa de las diferentes partes. Donde más utilidad tienen es en la representación de instalaciones de tuberías para sistemas hidráulicos, en la instalación de cables eléctricos, etc., pues, al mismo tiempo que dan al proyectista la posibilidad de evitar interferencias e incompatibilidades, permiten al montador trabajar con mayor seguridad y, por consiguiente, con mayor rapidez. Según el fin que se persigue, la presentación de tales dibujos es distinta. Se dibujará, además, el contorno de la base sobre la que se debe montar la instalación, ya sea una casa o una máquina,

pues así se consigue, además, fijar la posición de la instalación. En la figura 15-9 puede verse dibujada una de estas perspectivas.

15.5 Iluminación de las vistas. Para ciertos fines, o cuando las formas son difíciles de interpretar, es conveniente recurrir al sombreado o iluminación de ciertas partes de las piezas o conjuntos. El sombreado es un verdadero arte que tiene sus especialistas; sin embargo, es necesario conocer alguno de los métodos utilizados para ello. A este propósito, se han incluido algunas figuras ilustrativas. Una explicación profunda de la técnica de los sombreados escapa a la intención del texto. Es de por sí un tema a tratar en un curso especial.

En la industria es más importante conseguir una buena representación de

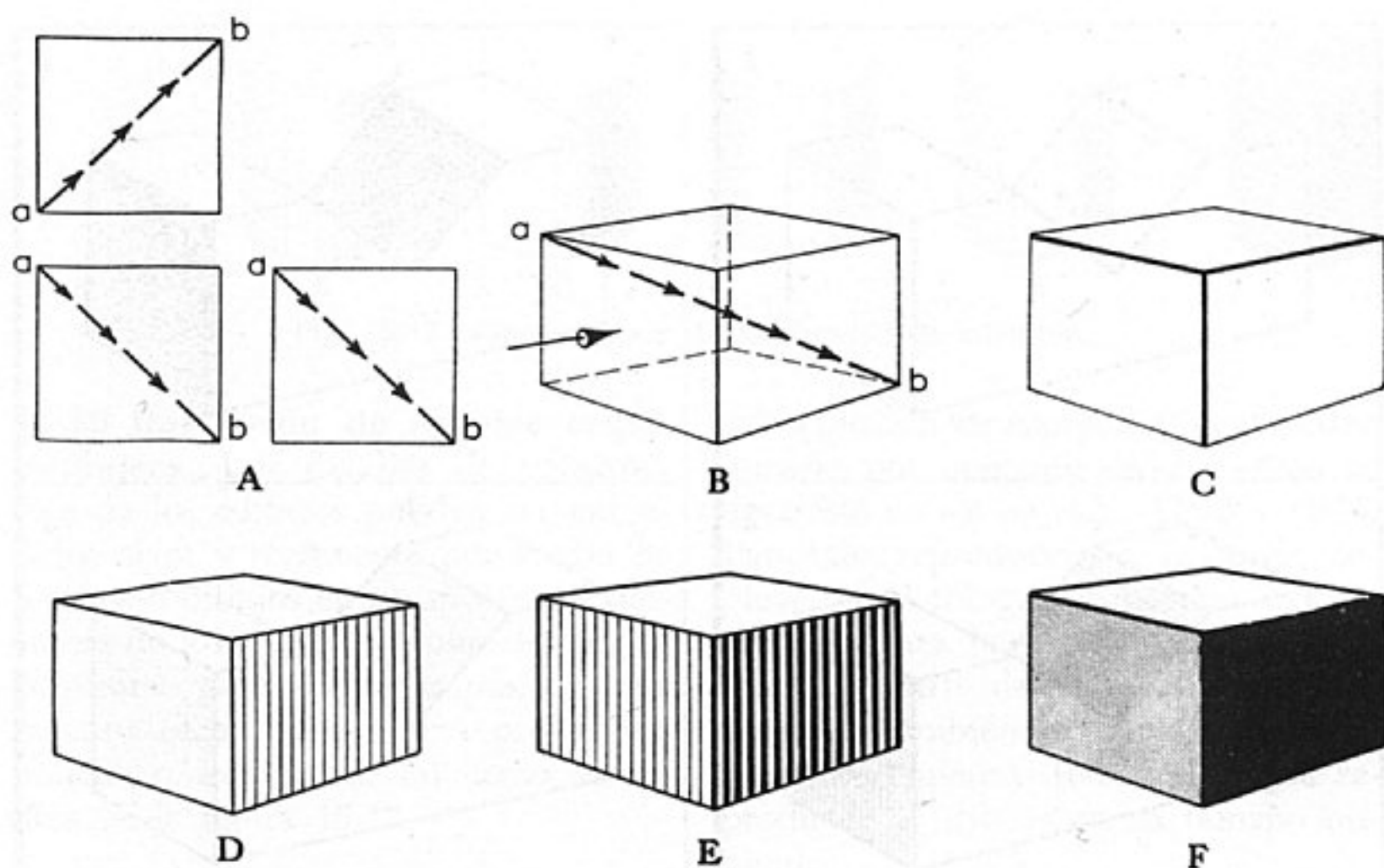


Fig. 15-10 Algunos métodos de sombreado de un cubo.

la forma de una pieza o conjunto que un buen trabajo artístico.

En muchos casos, se conseguirá una perfecta representación sin el empleo del sombreado. En general, y cuando se utilice el sombreado, éste debe limitarse al mínimo necesario para definir las formas representadas.

15.6 Las líneas del sombreado. Pueden hacerse mecánicamente o a mano alzada, y, a veces, con una combinación de ambos métodos. Se considera generalmente que la luz viene de atrás, por encima del hombro izquierdo del observador y en la dirección de la diagonal $a\ b$ de un cubo (fig. 15-10, A y B). En A vemos las proyecciones ortogonales de B, en planta, alzado y perfil. Si las tres caras del cubo están igualmente iluminadas, se destacarán, para dar la sensación de relieve, las tres aristas que concurren en el vértice superior delantero, tal como se ha hecho en C. Si la luz ilumina la parte frontal y supe-

rior del cubo, deberán dejarse claras dichas caras y sombrear la cara derecha como en D. Puede darse también a la cara frontal un sombreado menos intenso que a la derecha; tal es el caso de E. En F se ha dibujado este último caso pero con sombreado continuo.

15.7 Algunas superficies sombreadas. En la figura 15-11 están indicados los sombreados de una pieza, siguiendo distintas técnicas. En 1 puede verse la pieza sin sombreado alguno, para poder comparar. En 2 la pieza sombreada con regla, y en 3 a mano alzada. En 4 puede verse el sombreado por punteado. Otros tipos de sombreado difuminado pueden verse en las casillas 5 y 6.

El punteado consiste en llenar la superficie a sombrear con pequeños trazos o puntos hasta conseguir el efecto de sombra. Obsérvese que el punteado no es uniforme en toda la superficie, siendo más denso hacia los bordes más cercanos a la dirección de la luz. Si se

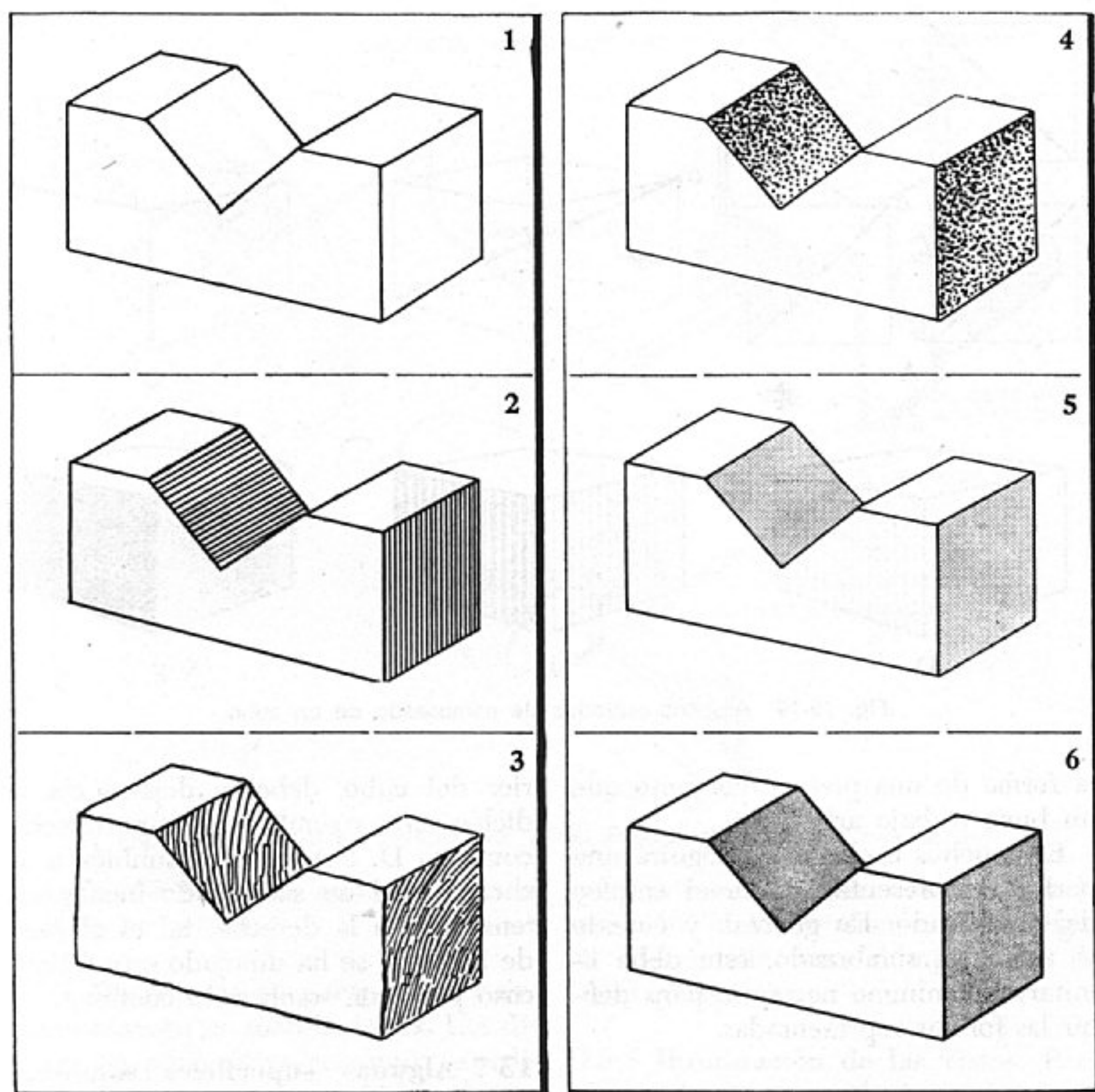


Fig. 15-11 Algunos tipos de sombreado.

tiene práctica, éste es el mejor método, pero tiene el inconveniente de ser muy laborioso. El sombreado de la casilla 5 se logra por procedimiento químico; el correspondiente a la casilla 6 se logra aplicando películas que cubran la superficie a sombrear.

15.8 Iluminación con proyección por aire comprimido (Fig. 1-20). Este procedimiento convierte los dibujos en verdaderas fotografías. Se emplea aire comprimido para pulverizar la solución

y obtener distintos efectos de sombreado en el proceso. El proceso Sumi (tinta china con agua) produce efectos parecidos. Para su aplicación se emplea un pincel como el de pintar acuarelas.

15.9 Sombreado de cilindros. En la figura 15-12 se presentan varios ejemplos. En A, las líneas de sombreado siguen la curvatura de la pieza; en B, C y E se emplean líneas según generatrices; en D el punteado y en F sombras difuminadas.

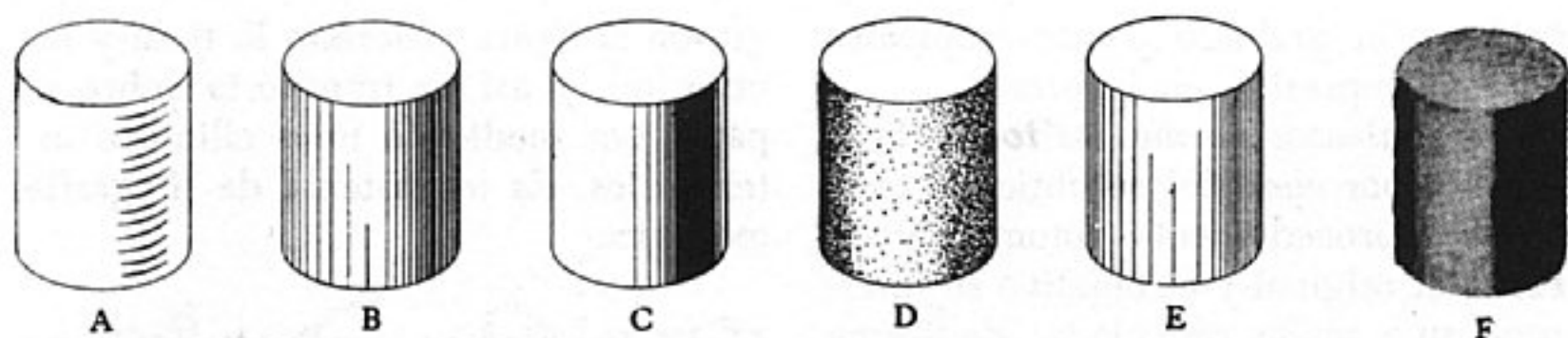


Fig. 15-12 Algunos tipos de sombreado de cilindros.

15.10 Ilustración de dibujos arquitectónicos. Los detalles de construcción de los edificios pueden ser entendidos clara y fácilmente por medio de bocetos o dibujos en perspectiva. Cualquiera de los métodos explicados puede emplearse para dicho propósito, y en muchos casos bastará una proyección oblicua o isométrica, tal como se indica en la figura 15-13.

15.11 Ilustración de dibujos de ebanistería. Para este tipo de representaciones son también muy empleadas toda clase de perspectivas. Tanto las proyecciones isométricas como las oblicuas son particularmente apropiadas para la representación de juntas y ensamblajes de las diferentes piezas. Estudiar las ilustraciones del grupo K en el capítulo 24.

15.12 Reproducción de dibujos. Los dibujos trazados en papel o tela de

calco pueden ser reproducidos al mismo tamaño por contacto directo como se describió en los párrafos 11.13 y 11.14. Para tales reproducciones se puede emplear papel fotográfico normal, lo mismo que para las reproducciones fotográficas a partir de un negativo a menor tamaño. También se emplean a menudo procedimientos fotostáticos que reproducen el dibujo en su tamaño original.

Cuando se requiere un número elevado de copias pueden emplearse métodos de imprenta a base de grabados pluma o de línea, directos o de medios tonos, *offset*, etc.

Los *grabados de línea* o plumas (figura 15-10) se hacen sobre planchas de cinc o cobre, a partir de originales en blanco y negro, sin medios tonos. El original se suele dibujar a un tamaño mayor para luego reducirlo fotográficamente al transportarlo sobre la plancha de cinc. La plancha se ataca con

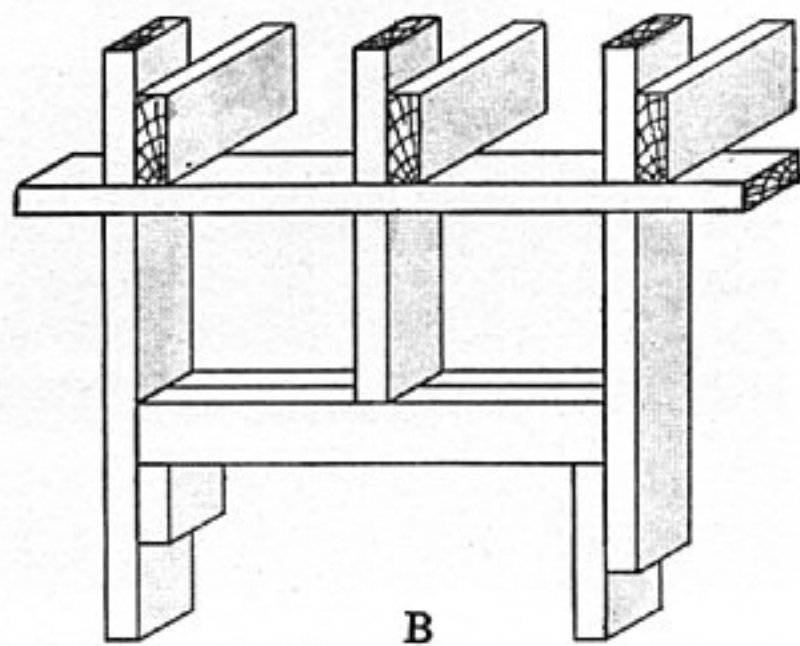
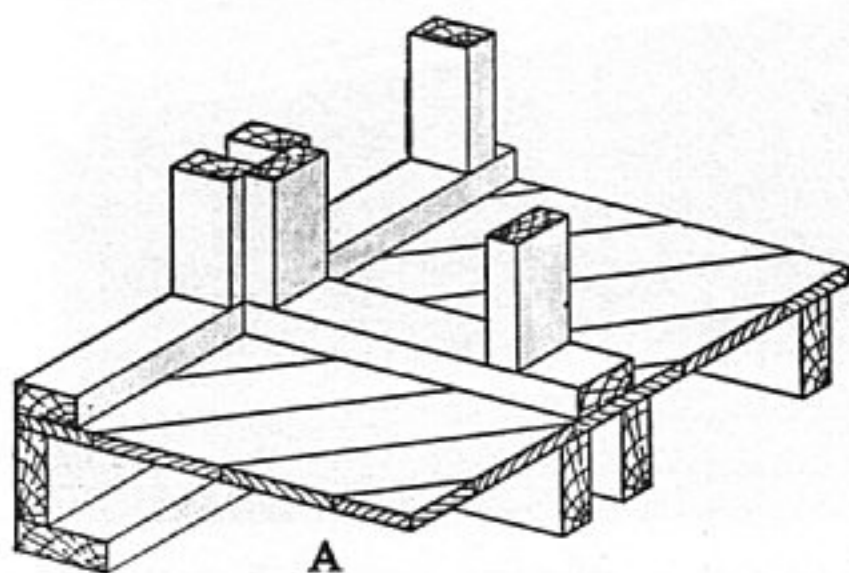


Fig. 15-13 Dibujos de construcción.

ácido, y el grabado puede emplearse para la impresión en la prensa.

Los *grabados de medios tonos* (figura 13-3, por ejemplo) se obtienen también por procedimientos fotomecánicos. Entre el original y el objetivo se interpone una malla reticulada, de forma que en la reproducción cada cuadrado de esta retícula está más o menos negro, dando la sensación de medios tonos. Este tipo de grabados se emplea para reproducción de fotografías, dibujos difuminados, etc., siempre que se quieran reproducir los medios tonos.

Por el sistema *offset* se puede reproducir cualquier tipo de dibujo. Se fotografía la imagen sobre el metal y se somete éste a un tratamiento que hace que las partes que corresponden a ne-

gro en la figura absorban la tinta y las otras no, y así se transporta sobre el papel por medio de unos cilindros intermedios. Es un sistema de litografía mecánica.

15.13 Problemas propuestos. Grupo O, página 493. Se presentan tres series. La serie 1 incluye los principios básicos. Para problemas adicionales se puede hacer una selección de las series 2 ó 3, que son un poco más difíciles.

SERIE 1 Problemas O.1, O.2, O.3, O.5, O.6, O.10, O.11

SERIE 2 Problemas O.4, O.7, O.8

SERIE 3 Problemas O.9, O.12, O.13, O.14, O.15, O.16

16 Diseño de aviones

16.1 La industria de la aviación. Un avión está compuesto de partes muy diferentes entre sí hechas de una gran variedad de metales. Se comprende, pues, que sean muy variados los procedimientos de fabricación empleados y la manera de ensamblar las diferentes partes.

Está el fuselaje (figs. 16-1 a 16-3), que constituye el cuerpo del avión y contiene los compartimientos de opera-

ción y mandos y de pasajeros (en los aviones de guerra, también las cabinas de fuego). El fuselaje puede estar construido a base de un armazón rígido soldado, como estructura resistente, o un casco de plancha metálica relativamente delgada, nervada por el interior.

Están las alas, a base de nervios de perfiles de metales ligeros con envoltura de chapa metálica. Hay diferentes métodos de fijación de las alas al fu-

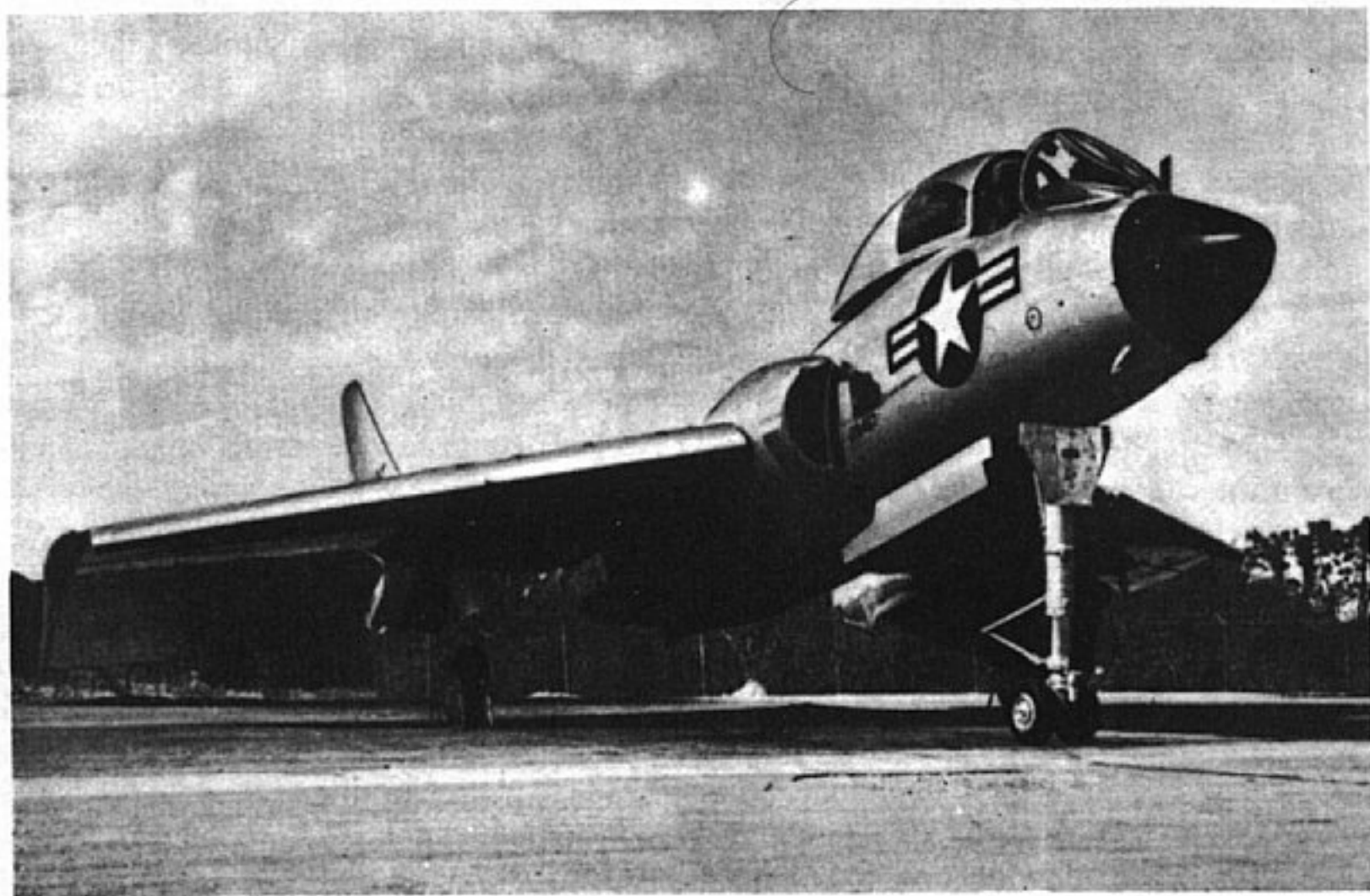
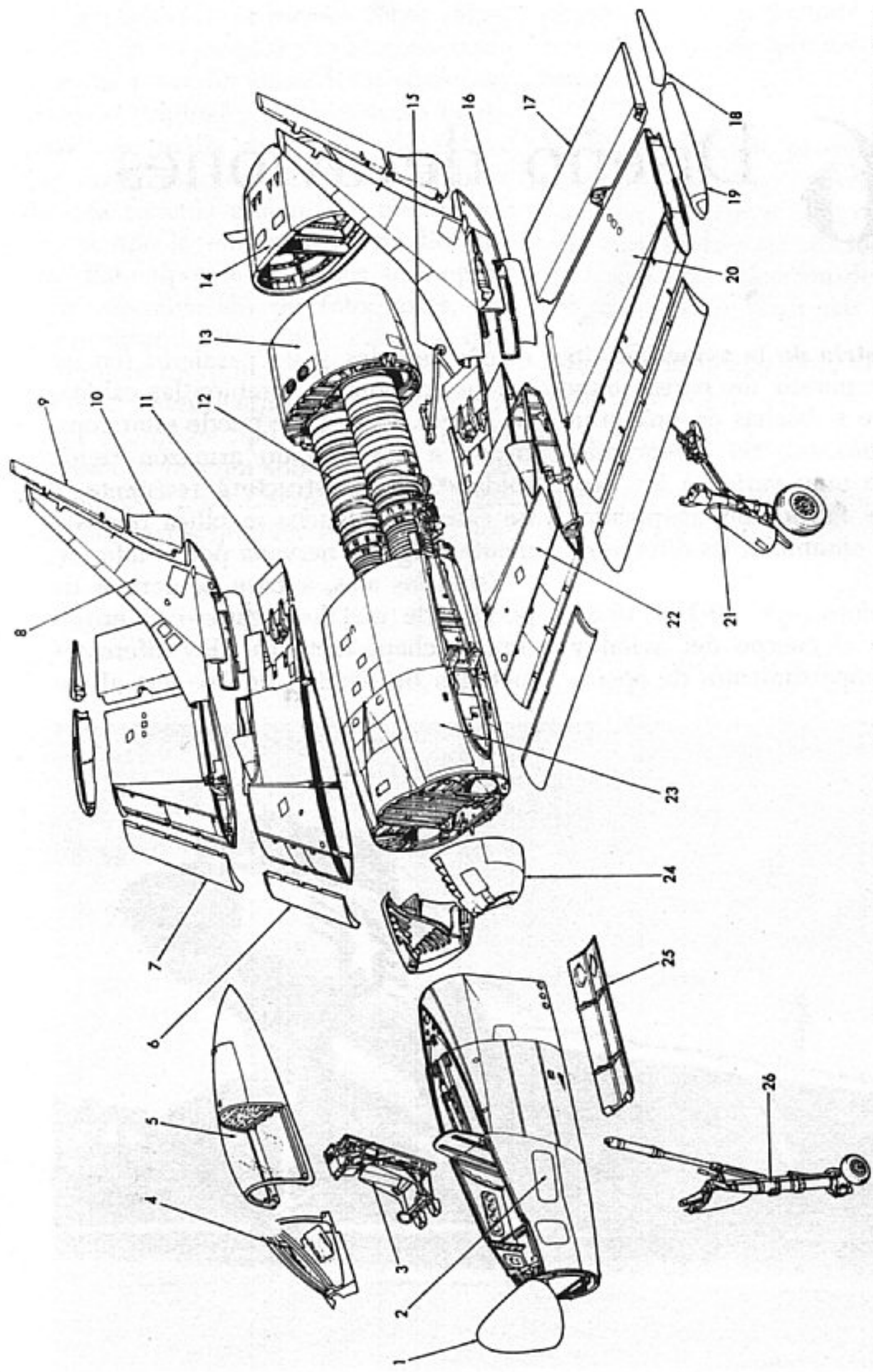


Fig. 16-1 El Cutlass, un avión a reacción de la marina norteamericana, con dos turbo-reactores. (Chance Vought Aircraft, Inc.)



- | | | | | |
|-------------------------------|------------------------------|--|----------------------------------|--|
| 1. Cono deflector | 7. Arista de ataque, extrema | 13. Fuselaje, sección posterior | 17. Alerón | 23. Fuselaje, sección media |
| 2. Fuselaje, sección anterior | 8. Aleta | 14. Cono de cola | 18. Remate del alerón | 24. Toma de aire para el motor |
| 3. Asiento proyectable | 9. Timón principal | 15. Gancho de enclavamiento | 19. Remate del ala | 25. Compuerta del tren de aterrizaje delantero |
| 4. Parabrisas | 10. Timón auxiliar | 16. Compuerta del tren de aterrizaje principal | 20. Ala, sección exterior | 26. Tren de aterrizaje delantero |
| 5. Carlinga | 11. Freno | | 21. Tren de aterrizaje principal | |
| 6. Arista de ataque, central | 12. Motor a reacción | | 22. Ala, sección central | |

Fig. 16-2 Una perspectiva de despiece de las partes del reactor Cutlass, de la marina norteamericana.
(Chance Vought Aircraft, Inc.)

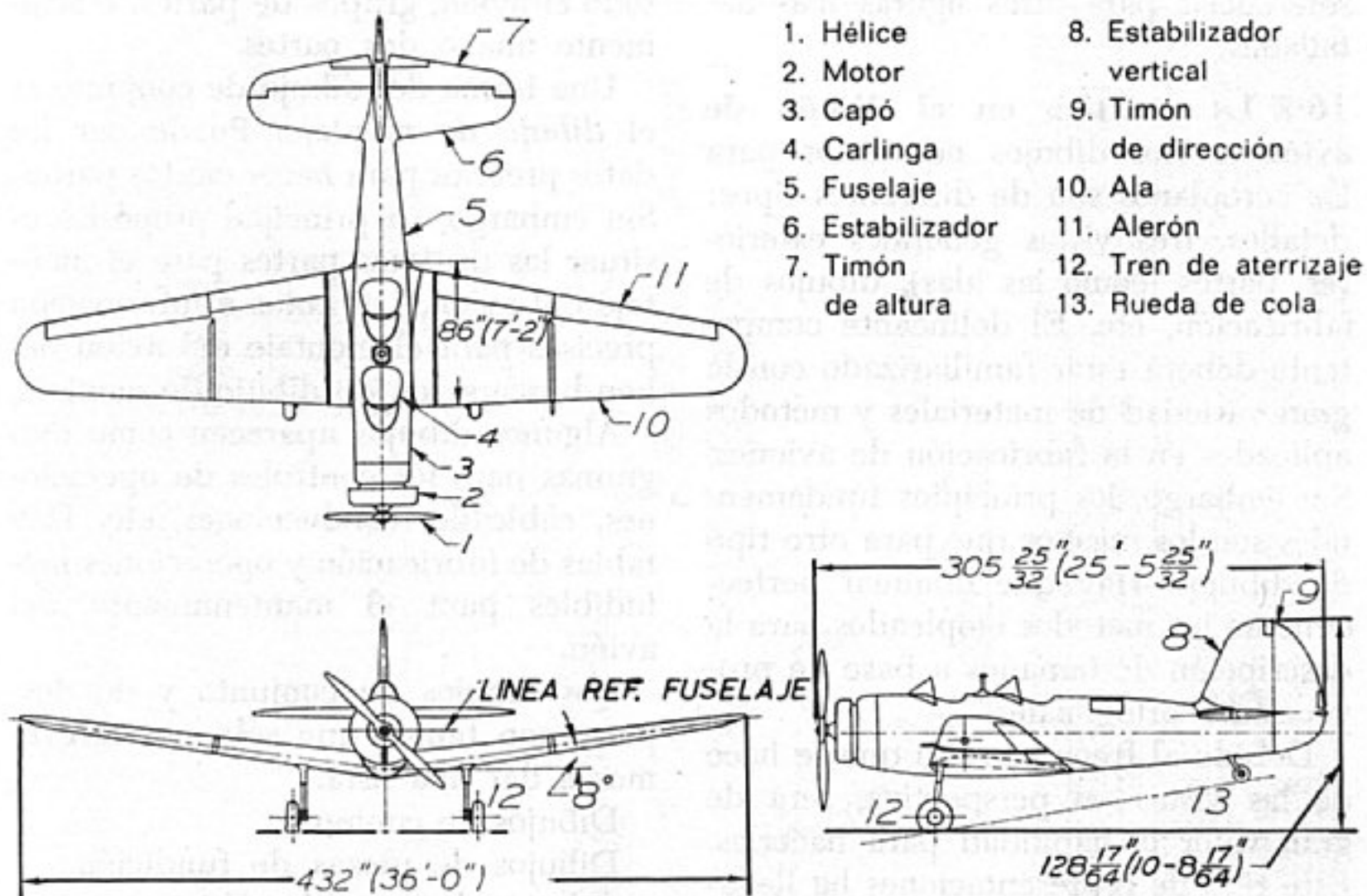


Fig. 16-3 Disposición general mostrada en tres vistas. (Timm Aircraft Corporation.)

selaje. Un ala se equipara a una *lámina de aire*. Entre las superficies de soporte, que también se conocen como láminas de aire, están los alerones y los timones de dirección y altura (figuras 16-2 y 16-3). La arista de ataque del ala es la de delante y la de fuga es la de atrás. La cuerda o profundidad del ala es la distancia entre la arista de ataque y la de fuga. Los alerones, timones, etc., sirven para controlar el vuelo del avión.

Hay un tren de aterrizaje que amortigua la brusquedad del mismo. El grupo motor se encuentra tanto en los aviones de hélice como en los turbo-reactores; también hay una instalación para adaptar y transmitir la propulsión. Naturalmente, hay depósitos de combustible, circuitos eléctricos, sistemas de lubricación, mecanismos operadores del control, etc.

Todo ello no hace más que poner de

manifiesto la variedad de industrias que intervienen al fabricar un avión. Por consiguiente, los dibujos diferirán marcadamente de los que se emplean en otras industrias, como viene representado en las figuras de este capítulo. Algunas partes se hacen en factorías distintas y tienen que acoplarse al montar el avión. Otras deben trazarse sobre chapas metálicas, a veces con ayuda de una plantilla.¹

En la fabricación de un avión entran en consideración todos los posibles métodos de formación: fundición, forja, soldadura, roblonado, etc. Por ello, algunos dibujos se referirán a más de una parte u operación y mostrarán vistas sin acotar (o con muy pocas cotas), con

¹ Una plantilla es un modelo plano de forma determinada, con agujeros, aberturas, líneas curvas, etc. Se sitúa sobre la chapa y se traza su contorno para marcar la parte deseada.

referencias para otras figuras más detalladas.

16.2 La práctica en el diseño de aviones. Los dibujos necesarios para los aeroplanos son de diferentes tipos: detalles, tres vistas generales exteriores, partes (como las alas), dibujos de fabricación, etc. El delineante competente deberá estar familiarizado con la gran variedad de materiales y métodos aplicados en la fabricación de aviones. Sin embargo, los principios fundamentales son los mismos que para otro tipo de dibujos. Hay que dominar perfectamente los métodos empleados para la descripción de tamaños a base de proyecciones ortogonales.

Debido al frecuente uso que se hace de las vistas en perspectiva, será de gran valor la habilidad para hacerlas. Este tipo de representaciones ha llegado a crear una verdadera especialidad dentro del dibujo artístico. En la figura 16-1 se muestra una fotografía para su comparación con la 16-2.

La industria de la aviación trata continuamente de mejorar sus métodos para fabricar de una manera más eficiente los aviones, y cada vez a más bajo coste.

Muchas compañías preparan sus propios manuales de taller, de forma que sus empleados puedan adaptarse mejor a los productos de la compañía. Será muy conveniente, por lo tanto, que el dibujante conozca a fondo el manual de su empresa.

16.3 Clasificación de los dibujos de aviones. A grandes rasgos, los dibujos de aviones se componen de dibujos de conjunto y de detalle. No obstante, cambian en algunos aspectos en relación con los dibujos normales de máquinas. Por ello, los dibujos de conjunto pueden o no llevar algunas o todas las cotas e información. Pueden mostrar

todo el avión, grupos de partes, o solamente una o dos partes.

Una forma del dibujo de conjunto es el *dibujo de montaje*. Puede dar los datos precisos para hacer ciertas partes. Sin embargo, su principal propósito es situar las distintas partes para el montaje del avión. Las cotas e información precisas para el montaje del avión deben buscarse en un dibujo de montaje.

Algunos dibujos aparecen como diagramas para los controles de operaciones, cableado, conducciones, etc. Hay tablas de lubricación y operaciones ineludibles para el mantenimiento del avión.

Los dibujos de conjunto y de despiece son tantos que sólo nos atrevemos a dar una lista.

Dibujos de conjunto.

Dibujos de piezas de fundición.

Dibujos de mecanización.

Gráficos.

Dibujos de montaje.

Dibujos detallados de montajes parciales.

Dibujos de diagramas.

Dibujos de matrices.

Esquemas eléctricos.

Dibujos de equipos.

Dibujos de perfiles extrusionados.

Dibujos de carenado.

Dibujos de forja.

Dibujos de disposición general.

Dibujos de instalaciones.

Layouts.

Dibujos de maquetas.

Dibujos en perspectiva.

Dibujos de fabricación.

Trazados de calderería.

Croquis.

Mapas.

Dibujos de componentes normalizados.

Tabulación de dimensiones.

Esquemas de cableado.

Dibujos de soldadura.

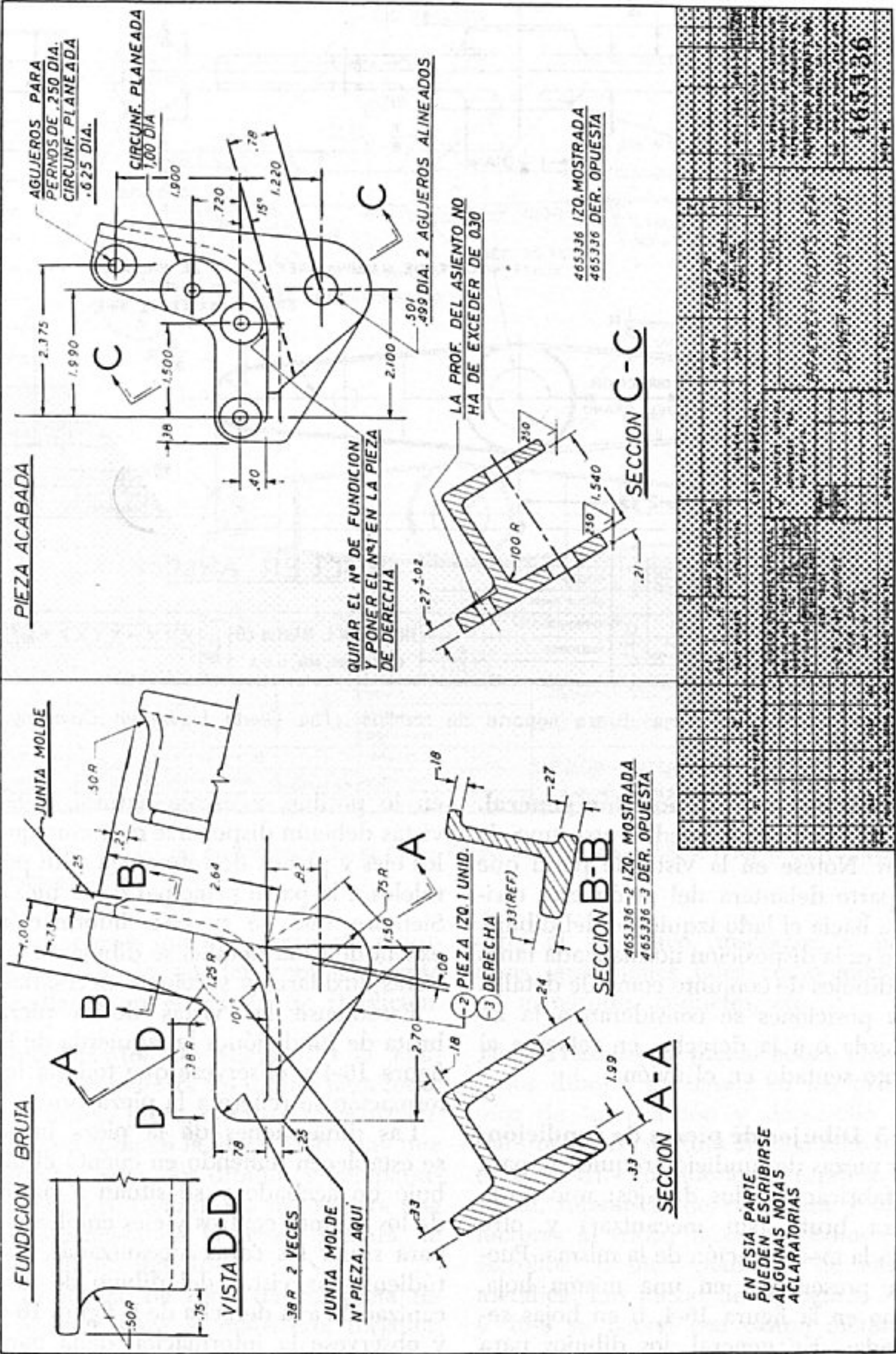


Fig. 16-4 Dibujo de fundición: Soporte. (Northrop Aircraft, Inc.) Prob. P-9.

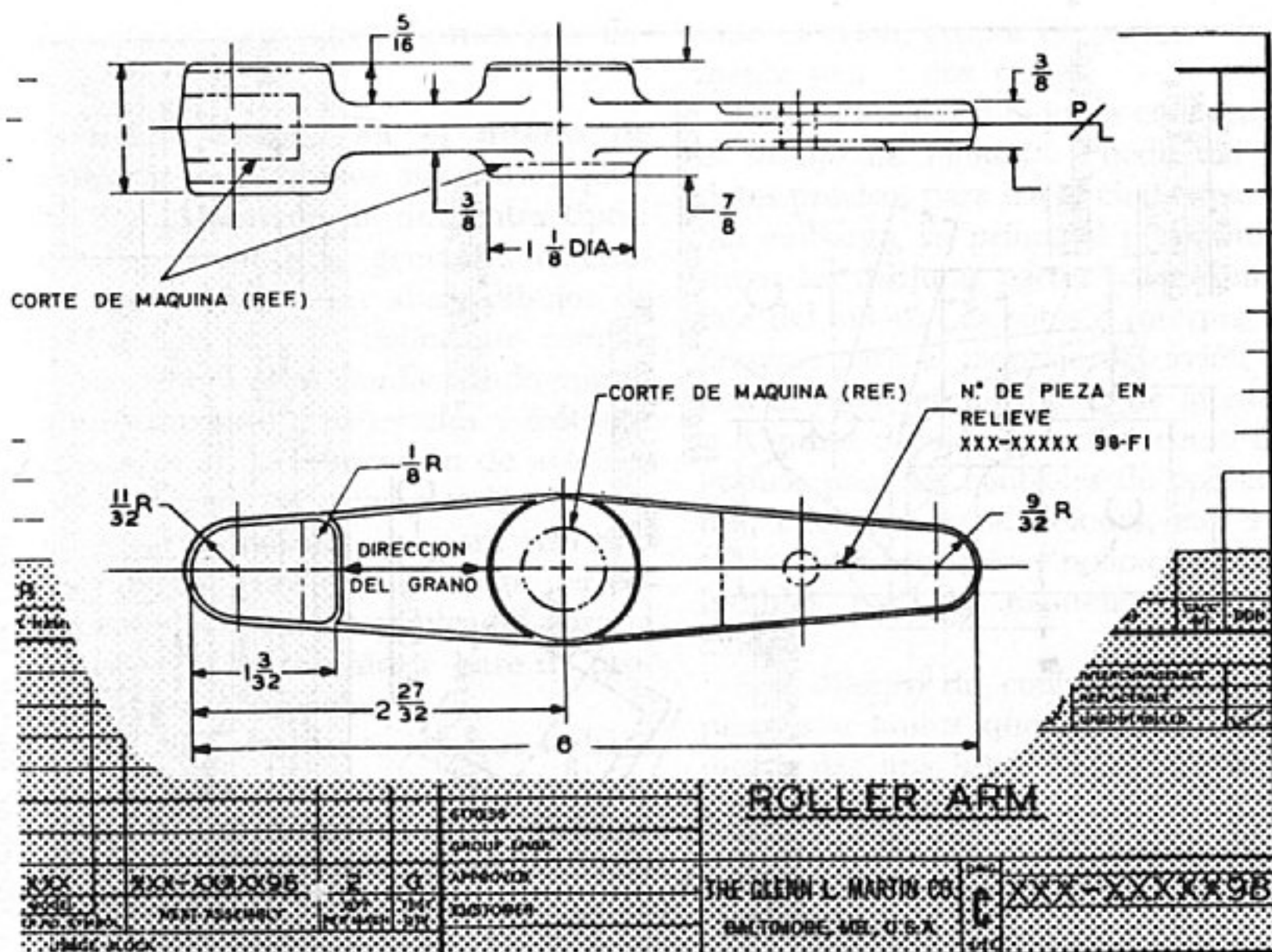


Fig. 16-5 Dibujo de forja: Brazo soporte de rodillos. (The Glenn L. Martin Company.) Prob. P-3.

16.4 Dibujos de disposición general.

En la figura 16-3 puede verse uno de ellos. Nótese en la vista de perfil que la parte delantera del avión está dirigida hacia el lado izquierdo del dibujo. Esta es la disposición normalizada tanto en dibujos de conjunto como de detalle. Las posiciones se consideran a la izquierda o a la derecha, en relación al piloto sentado en el avión.

16.5 Dibujos de piezas de fundición.

Las piezas de fundición requieren, para su fabricación, dos dibujos: uno de la pieza bruta (sin mecanizar) y otro para la mecanización de la misma. Pueden presentarse en una misma hoja, como en la figura 16-4, o en hojas separadas. En general, los dibujos para piezas de fundición deberán hacerse,

en lo posible, a escala natural, y las vistas deberán disponerse de forma que los ejes y planos de referencia sean paralelos a la parte principal de la pieza. Siempre que se precise información exacta de cada detalle, se dibujarán las vistas auxiliares y secciones necesarias.

Estúdiense las vistas de la pieza bruta de fundición a la izquierda de la figura 16-4 y obsérvese que toda la información se refiere a la pieza bruta.

Las dimensiones de la pieza bruta se establecen teniendo en cuenta el dibujo de acabado y se sitúan a partir de los mismos centros y ejes empleados para situar las caras mecanizadas. Estúdiense las vistas del dibujo de mecanización a la derecha de la figura 16-4 y obsérvese la información dada para las operaciones de acabado.

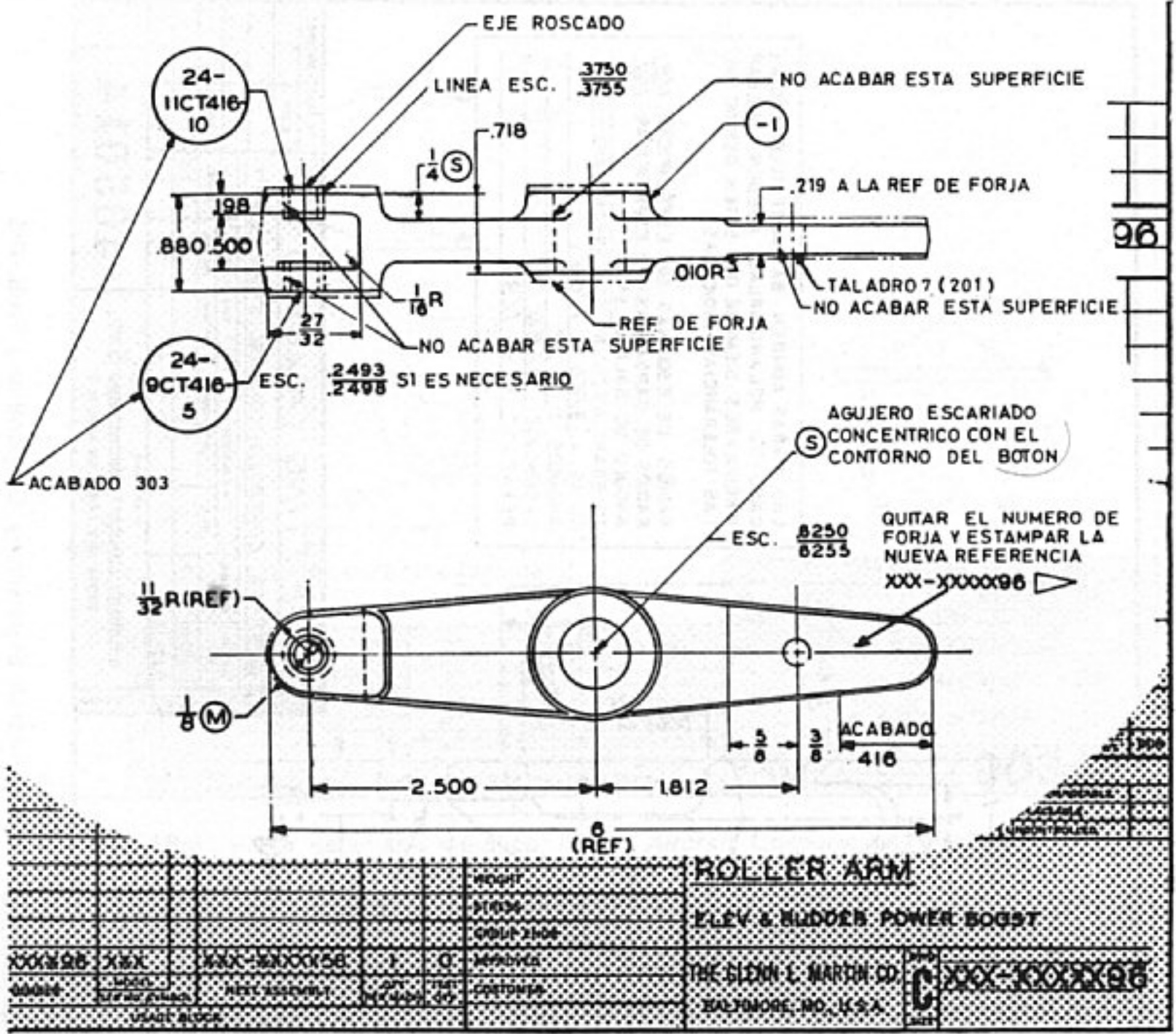


Fig. 16-6 Dibujo de mecanizado de la forja: Brazo soporte de rodillos. (The Glenn L. Martin Company.) Prob. P-4.

Las piezas que se usarán *sin mecanizar* han de quedar completamente detalladas en el dibujo de fundición.

16.6 Dibujos de forja. En la figura 16-5 se muestra un dibujo para forja, y la misma pieza, para ser mecanizada, está indicada en la figura 16-6. Hay que estudiar estos dos dibujos y compararlos entre sí. Cuando no se requiera una mecanización de la pieza, bastará un solo dibujo (fig. 16-7).

El dibujo de forja da completa información para el matricero, forjador, inspector, etc. El dibujo de mecanización proporciona la información nece-

saria al mecánico, inspector, y para otras operaciones tales como montaje de manguitos, cojinetes, etc.

16.7 Trazado de piezas sobre chapa. Estos dibujos se basan en los principios de intersección y desarrollo expuestos en el capítulo 20. Sin embargo, es necesario considerar el espesor del metal, tolerancia de curvatura y otros factores al trazar modelos planos (desarrollos) o bien plantillas de chapa metálica. Las piezas de las figuras 16-8 y 16-9 se hacen con chapa metálica. Se tienen unas normas para reconocer la verdadera forma de los agujeros; así

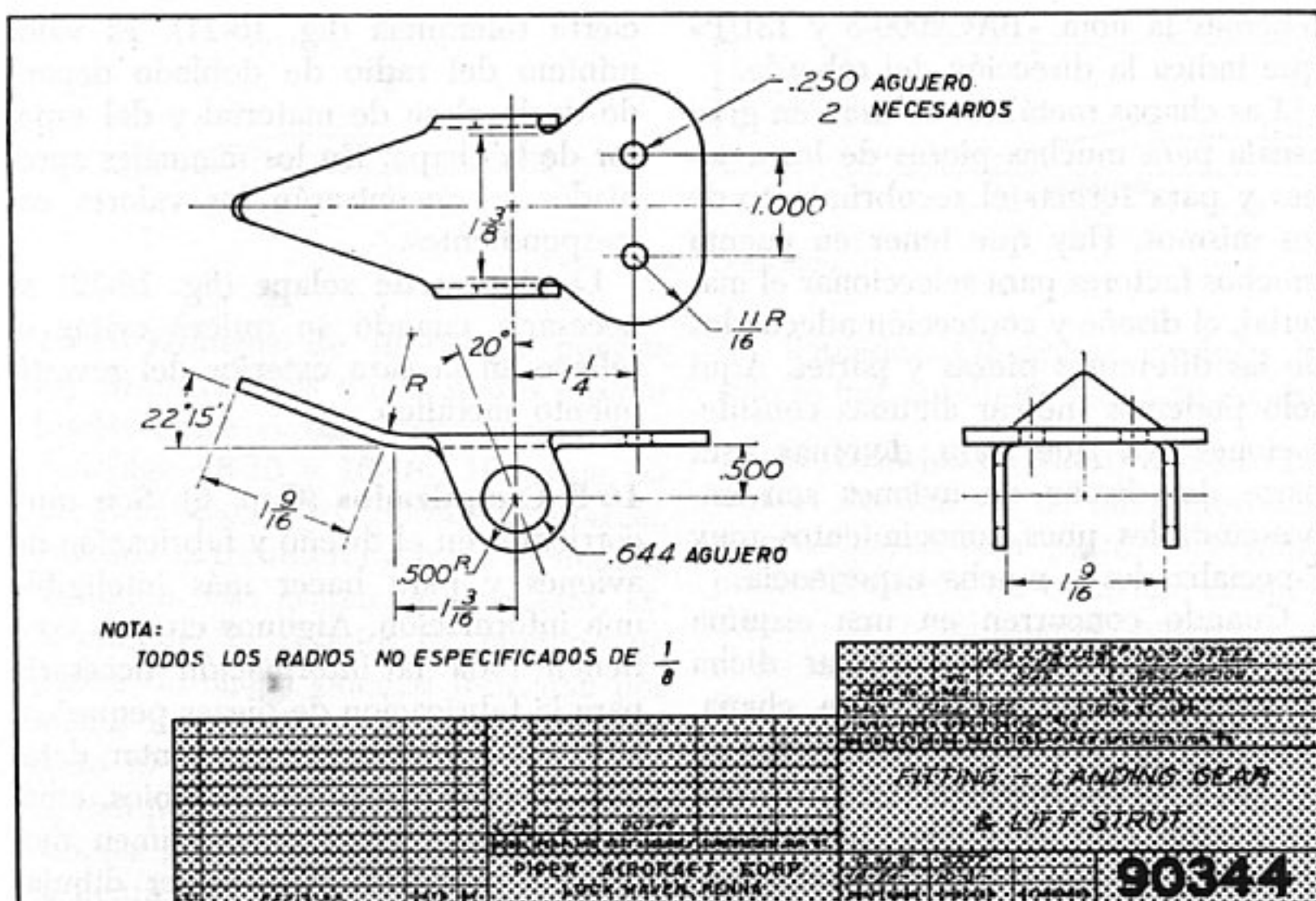


Fig. 16-8 Pieza de chapa metálica. (Piper Aircraft Corporation.) Prob. P-2.

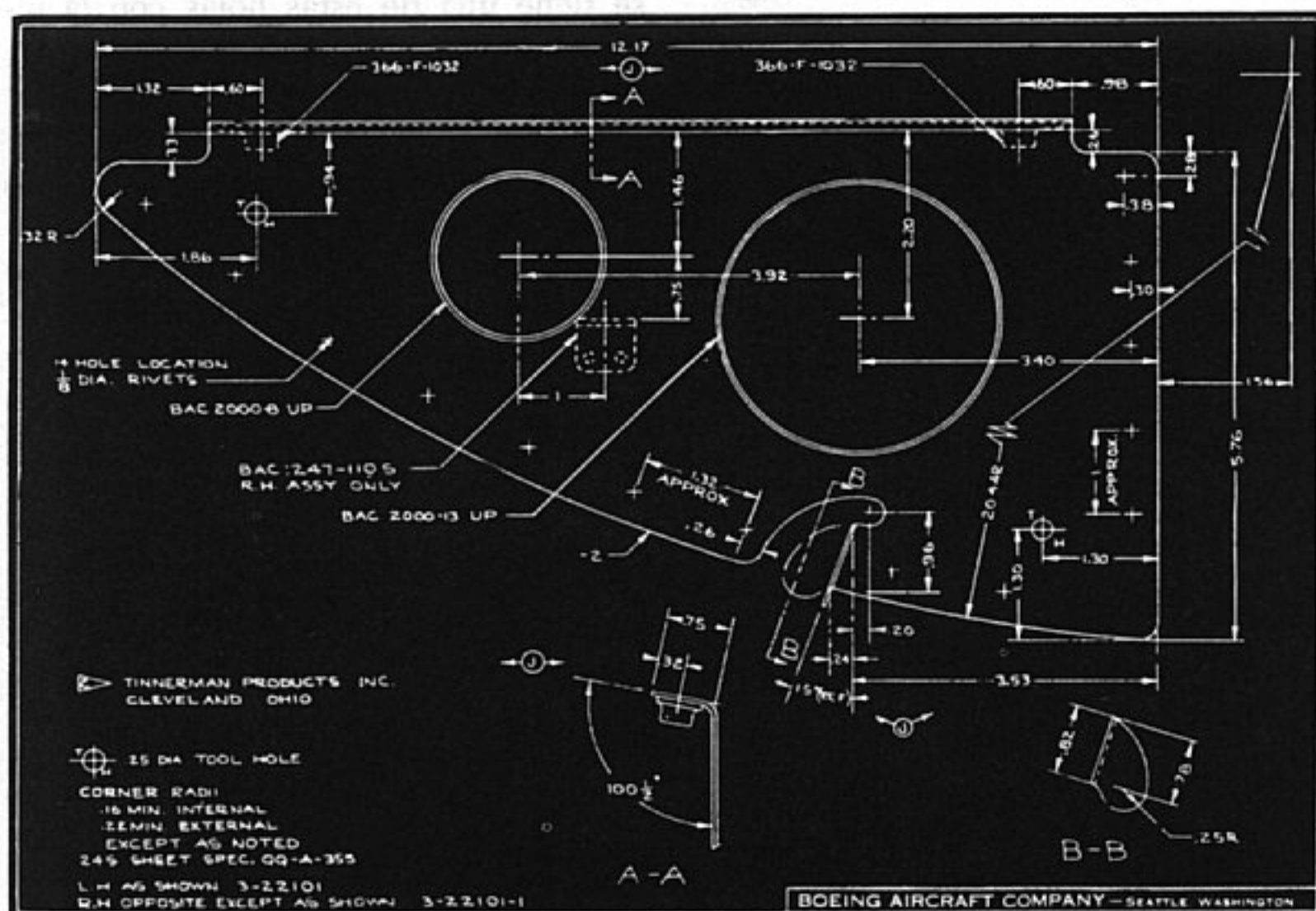


Fig. 16-9 Pieza de chapa metálica. (Boeing Aircraft Company.)

tenemos la nota «BAC2000-8 y 13UP» que indica la dirección del reborde.

Las chapas metálicas se usan en gran escala para muchas piezas de los aviones y para formar el recubrimiento de los mismos. Hay que tener en cuenta muchos factores para seleccionar el material, el diseño y confección adecuados de las diferentes piezas y partes. Aquí sólo podemos indicar algunas consideraciones, ya que para dominar esta parte del diseño de aviones son imprescindibles unos conocimientos muy especializados y mucha experiencia.

Cuando concurren en una esquina dos dobleces hay que rebajar dicha esquina para poder doblar la chapa. Una manera de hacerlo puede verse en la figura 16-10. Además hay que tener en cuenta que al doblar una chapa siempre se forma un ángulo redondeado en el vértice y habrá que prever

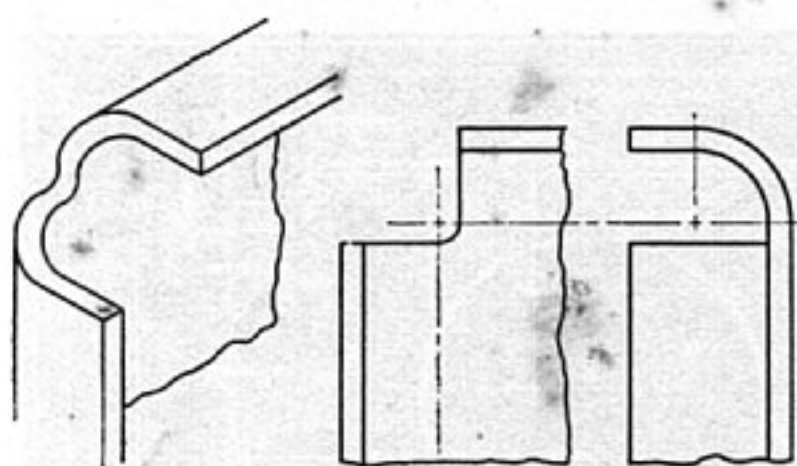


Fig. 16-10 Recorte de esquina.

cierta tolerancia (fig. 16-11). El valor mínimo del radio de doblado depende de la clase de material y del espesor de la chapa. En los manuales apropiados se encontrarán los valores correspondientes.

La doblez de solape (fig. 16-12) es necesaria cuando se quiere evitar el relieve en la cara exterior del revestimiento metálico.

16.8 Croquizados (Cap. 6). Son muy corrientes en el diseño y fabricación de aviones y para hacer más inteligible una información. Algunos croquis contienen toda la información necesaria para la fabricación de piezas pequeñas. Sirven también para representar detalles, proponer pequeños cambios, etcétera. Muchas veces se imprimen modelos a propósito para poder dibujar en ellos croquis de modificaciones propuestas o aceptadas. En la figura 16-13 se tiene una de estas hojas con la información de una adición en una nervadura.

16.9 Tabulación de dibujos. Tiene aplicación tanto en los dibujos de conjunto como de detalle, para el caso en que varias piezas del mismo tipo tengan sólo unas pocas cotas diferentes, como en la figura 16-14 para las cotas A, B, C y D.

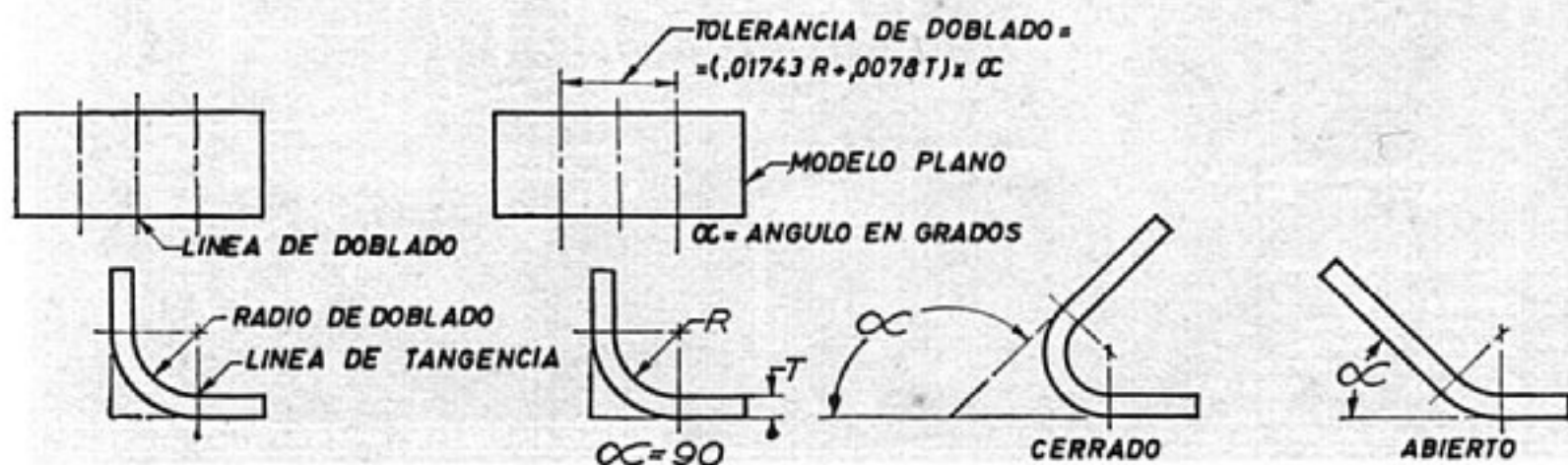


Fig. 16-11 Tolerancia de curvatura.



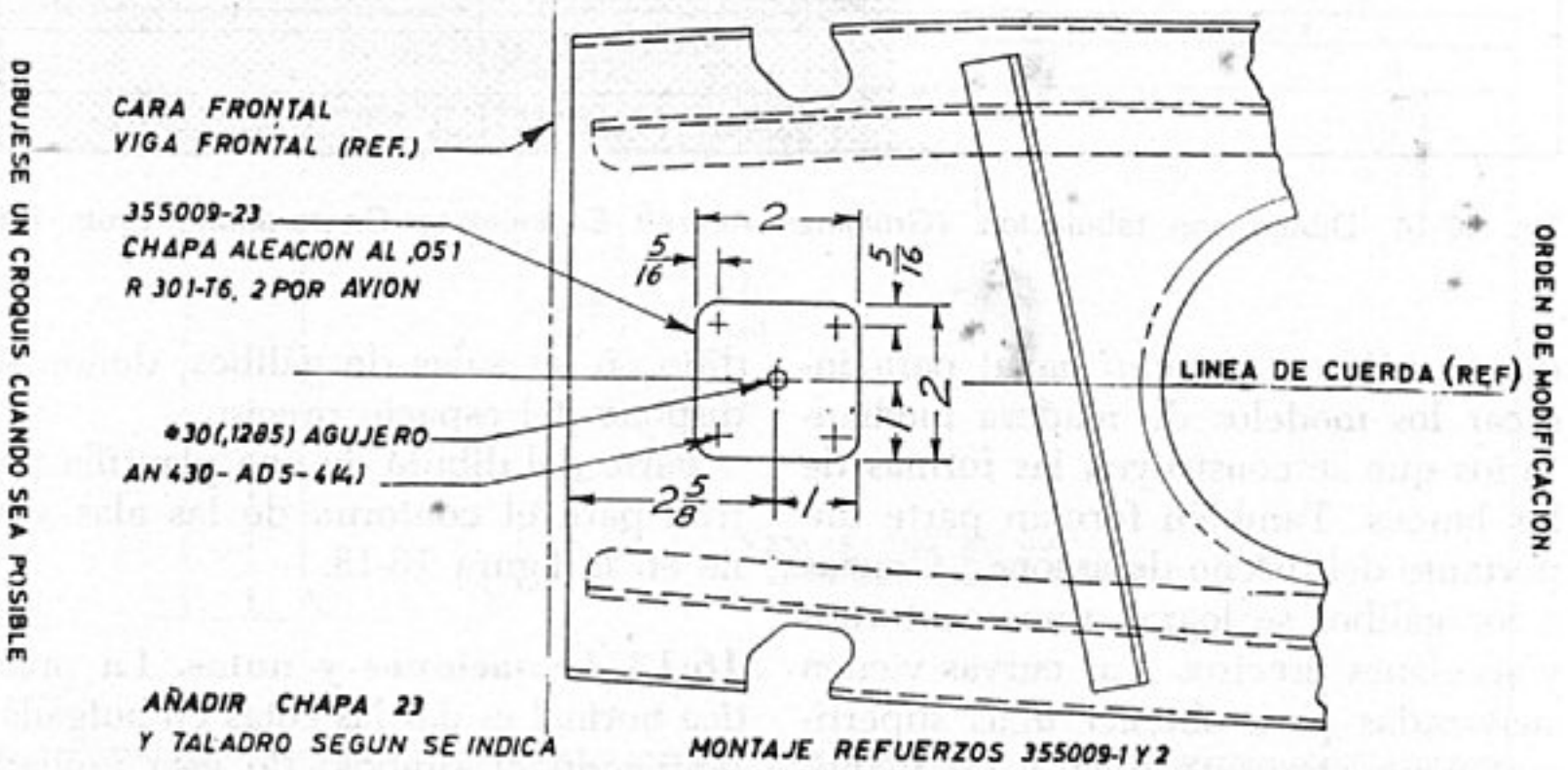
Fig. 16-12 Solapado.

16.10 Dibujos de montajes parciales. Muestran dos o más piezas ensambladas entre sí para formar una unidad (figs. 16-15 y 16-16). Hay que especificar todas las piezas necesarias, incluida la tornillería u otros elementos de unión. Las grapas, abrazaderas, etcétera, de los dibujos de montaje de piezas de chapa pueden indicarse por medio de números de referencia (párrafo 16.14). Por este sistema se ahorrará tiempo, y se evita el tener que hacer dibujos separados para cada pieza. En la figura 16-17 se ha mostrado el dibujo de un montaje parcial. Obsérvense

las llamadas. Obsérvese también que sólo se indican dimensiones de montaje.

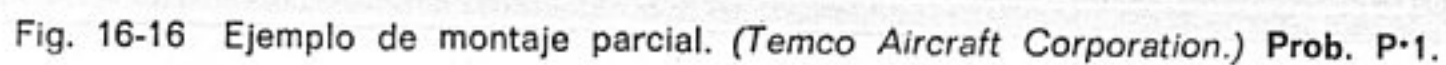
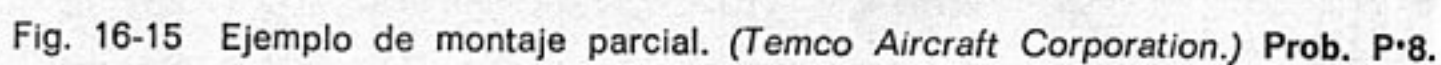
16.11 Dibujos de planificación (Layouts). Pueden ser de diferentes clases y constituyen una parte muy importante del diseño de un avión, desde un dibujo de planificación general hasta el de los grupos y partes más pequeñas. Tales dibujos proporcionan las coordenaciones necesarias para las piezas, procedimientos de fabricación, tratamientos, etc.

16.12 Gálibos. Los grandes trazados sin reducción de escala se hacen me-



Razón del cambio	Nombre del plano			Fecha	B-30-					
	RIB (ASSY.) RIB-OUTER PANEL-STA, 281									
Disponibilidad en almacén	Nº plano	Cambia plano	Prioridad	L.M.H.						
	355009 "C "	SI								
Esta orden ha sido estudiada por el departamento central y se ha de incorporar en el avión Nº				Cambios anteriores	Modelo	Orden Nº				
					XF10F-1 F10F-1	905				

Fig. 16-13 Croquis de una modificación.



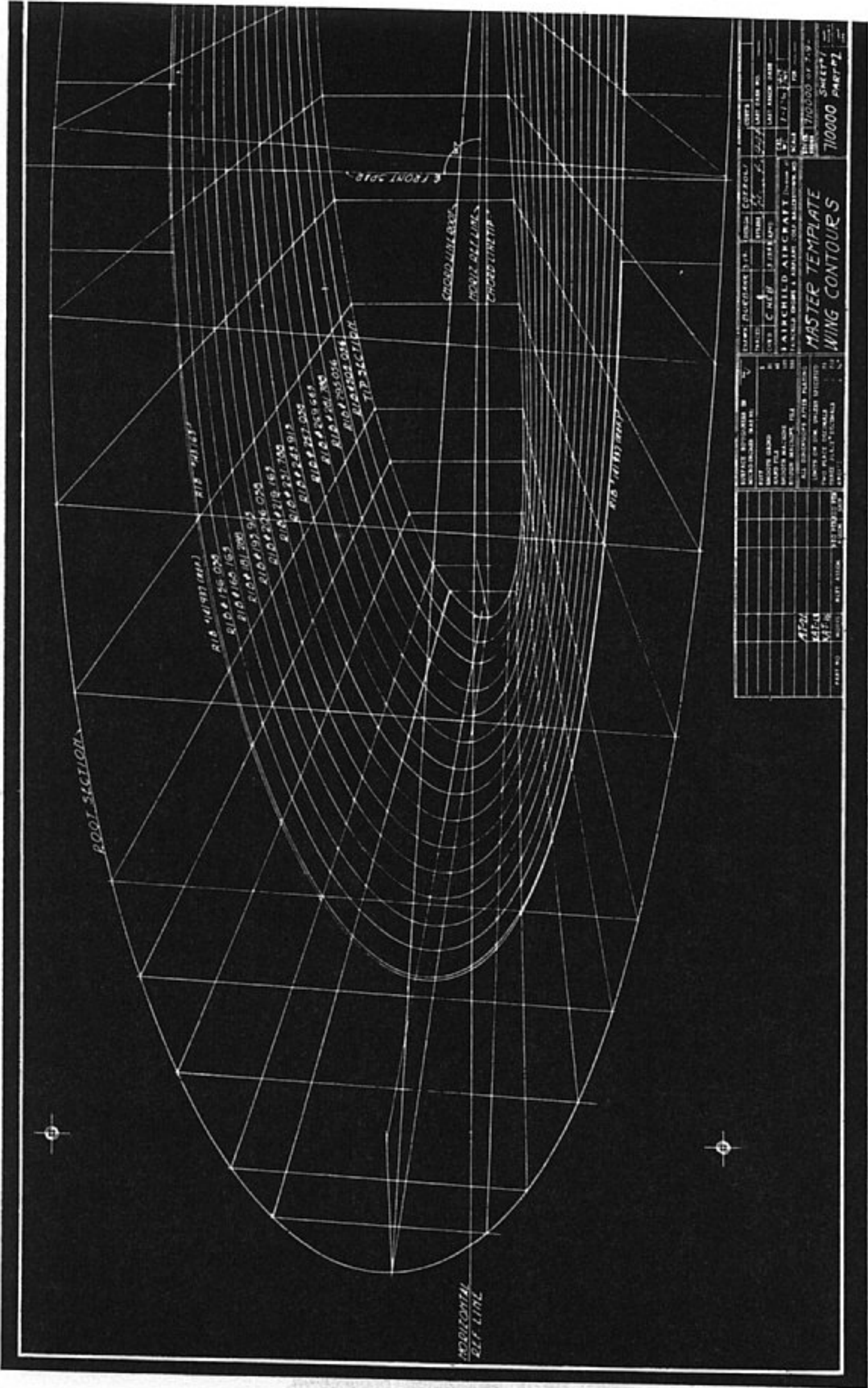


Fig. 16-18 Plantilla patrón. (Fairchild Aircraft Division of Fairchild Engine and Airplane Corporation.)

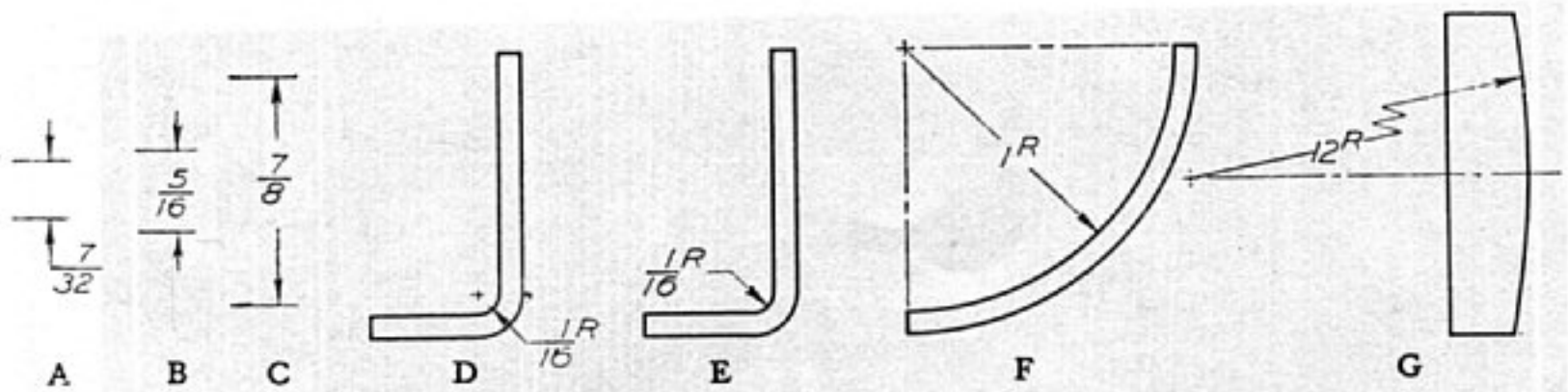


Fig. 16-19 Cotas de distancias verticales y de radios.

como puede verse en las ilustraciones de este capítulo. Las cotas inferiores a $\frac{5}{16}$ (de pulgada) se especifican tal como en la figura 16-19 A, y para cotas mayores o iguales a $\frac{5}{16}$ se colocan como en B y C. Para el rotulado generalmente se emplean letras mayúsculas, sean verticales o inclinadas, según norma de cada compañía en particular. Los radios de curvatura vienen expresados por el radio interior de las curvas (figura 16-19 en D, E, F y G). A veces se aplica una acotación progresiva además de la acotación regular (fig. 16-20). Normalmente se prefiere dar las rectas por dos puntos mejor que por un punto y la inclinación (fig. 16-21), sin embargo, pueden darse los ángulos como referencia.

Se añaden las notas que hagan falta para proporcionar la información e instrucciones necesarias. De todas formas, no deberán sustituir nunca a las cotas, y si se requieren para especificar una

operación, las cotas pueden incluirse en la nota si se trata del diámetro y profundidad de un taladro. Las normas del capítulo 10, con las variaciones aquí indicadas y algunas normas particulares que cada industria pueda tener, forman los principios básicos de acotación.

Los dibujos de grandes dimensiones que tengan mucha información, tales como vistas de varias partes, vistas de secciones, referencias de otras vistas, etcétera, están divididos en zonas numeradas (franjas verticales de 11 pulgadas de ancho) como en la figura 16-22. Las zonas están numeradas en la parte inferior y especificadas en cajetín aparte, lo que ahorrará tiempo para localizar las vistas o partes buscadas.

16.14 Números de identificación o referencia. Cuando dos o más partes vienen dibujadas en un dibujo de despiece o de conjunto, se identifican me-

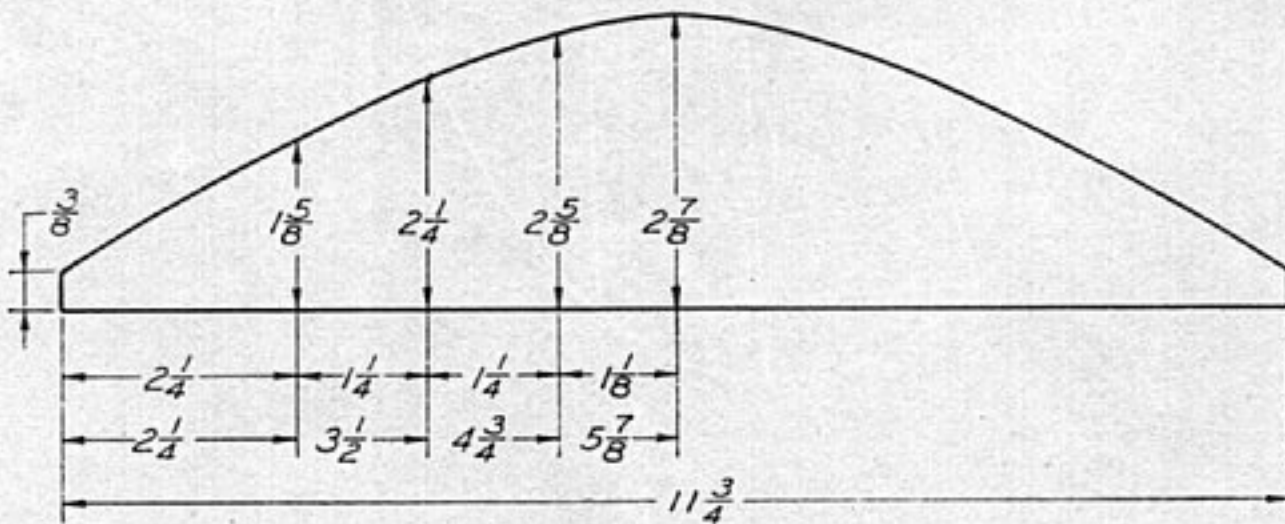


Fig. 16-20 Acotación progresiva.

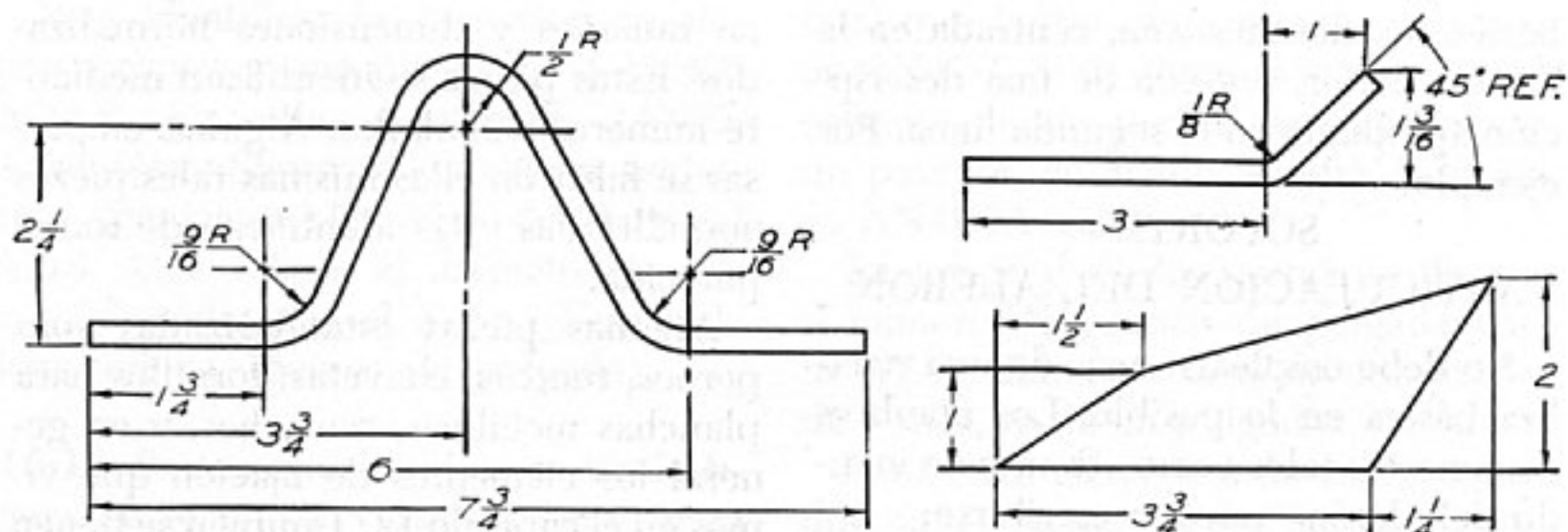


Fig. 16-21 Cotas de ángulos.

diante unos números. El número básico es el número del dibujo. Este número seguido de un número de identificación nos determina una única pieza del dibujo. Por lo tanto, 3279-3 significaría pieza —3 del dibujo 3279. En el dibujo el —3 puede estar encerrado en un círculo o no, pero debe estar junto a la pieza que representa. También puede hacerse que los números de identificación pares se refieran a las piezas de la derecha, y los impares a piezas de la izquierda, o bien los números pueden estar seguidos de las letras D (derecha) o I (izquierda).

Hay que advertir que en la práctica el empleo de los números de identificación se adapta a las costumbres de cada compañía.

16.15 Titulación y nomenclatura.

Cada compañía tiene sus normas establecidas para estos efectos. En general,

el título ha de incluir toda la información posible, como el modelo, nombre de la pieza o conjunto, número de dibujo, peso, escala, fecha, delineante, comprobador, ingeniero, provisión de materiales, etc.

El nombre del plano ha de hacer referencia, en lo posible, al conjunto o unidad a que pertenece. En las oficinas de dibujo de toda compañía se encuentran listas parciales de enumeración de piezas. Como norma, la parte principal, o sea la pieza en sí, se escribe en primer lugar, seguida por una referencia al grupo o subgrupo a que pertenece. Esto quedará aclarado en los siguientes ejemplos, tomados de la práctica común de la Aeronca Aircraft Corporation.

Títulos de los dibujos. En las denominaciones se siguen, en Estados Unidos, las prácticas de la Air Force. El título del dibujo consta de la palabra

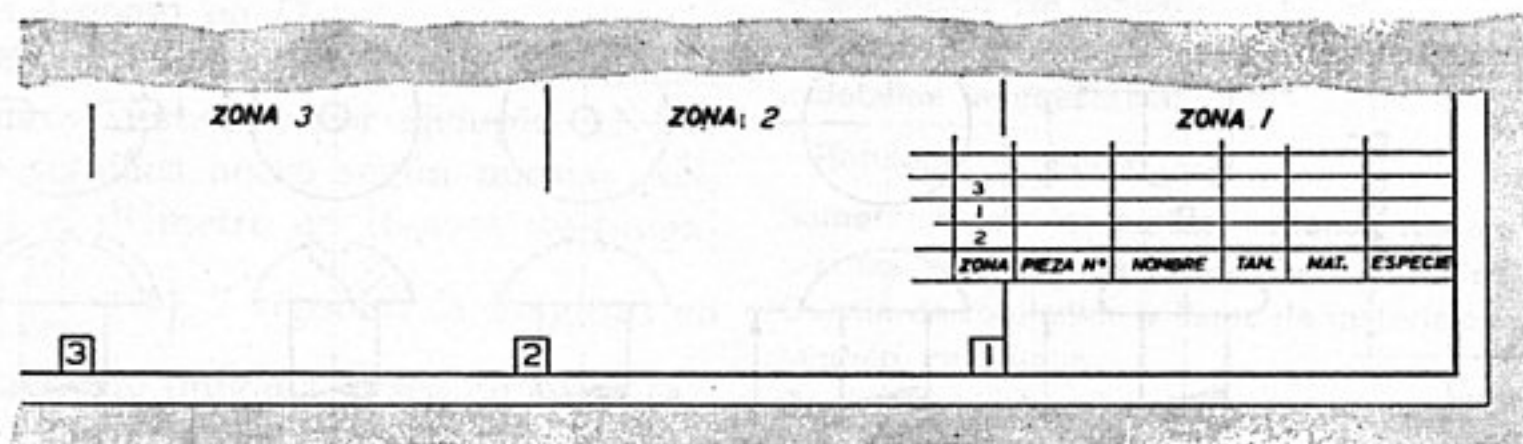


Fig. 16-22 División en zonas.

básica de identificación, centrada en la línea superior, seguida de una descripción apropiada en la segunda línea. Por ejemplo:

SOPORTE —

ARTICULACIÓN DEL ALERÓN

No debe emplearse más de una palabra básica en lo posible. Los nombres compuestos tales como «tirante de mando del alerón» pueden escribirse:

TIRANTE — MANDO ALERÓN

Los detalles de un conjunto deben ser nombrados con referencia al conjunto; por ejemplo:

- a) CONJUNTO — SOPORTE INFERIOR DEL PANEL DE INSTRUMENTOS FLOTANTE
- b) SOPORTE — PANEL FLOTANTE DE INSTRUMENTOS

Para completar la identificación, muchas veces serán necesarias las palabras «derecha», «izquierda», «superior», «inferior», «extremo», «central», «largo», «corto», «principal», «auxiliar», etcétera.

Las palabras «y», «para», «de», etcétera, se podrán omitir en la mayoría de los casos.

16.16 Piezas estandarizadas. Algunas piezas de uso general se fabrican en serie y se encuentran en el comercio

en tamaños y dimensiones normalizados. Estas piezas se identifican mediante números o símbolos. Algunas empresas se fabrican ellas mismas tales piezas normalizadas y las identifican de forma parecida.

Algunas piezas estandarizadas son: pernos, tuercas, chavetas, tornillos para planchas metálicas, remaches, y en general los elementos de fijación que vimos en el capítulo 12. También se tienen en cuenta las normas ASA (American Standards Association), SAE (Society of Automotive Engineers) y otras como las de las Fuerzas Aéreas y Navales.

16.17 Roblones para aviones. En la figura 16-23 vemos representados algunos de los tipos de roblones empleados en la industria aeronáutica. Las dimensiones y especificaciones de los roblones empleados en Norteamérica se encuentran en las hojas AN (Army and Navy). En A aparece un roblón de cabeza cónica (AN425); en B, con cabeza de gota de sebo (AN455), en C, con cabeza plana (AN442); en D, con cabeza redonda (AN430). Para indicar el material se usan algunas marcas: Tipo A (aluminio, 3S), sin marca, como en D; tipo D (aleación de aluminio, 17S) con punto saliente, en E; tipo AD (aleación de aluminio, A17S) con punto entrante, en F; y tipo DD (aleación de aluminio, 24S) en G.

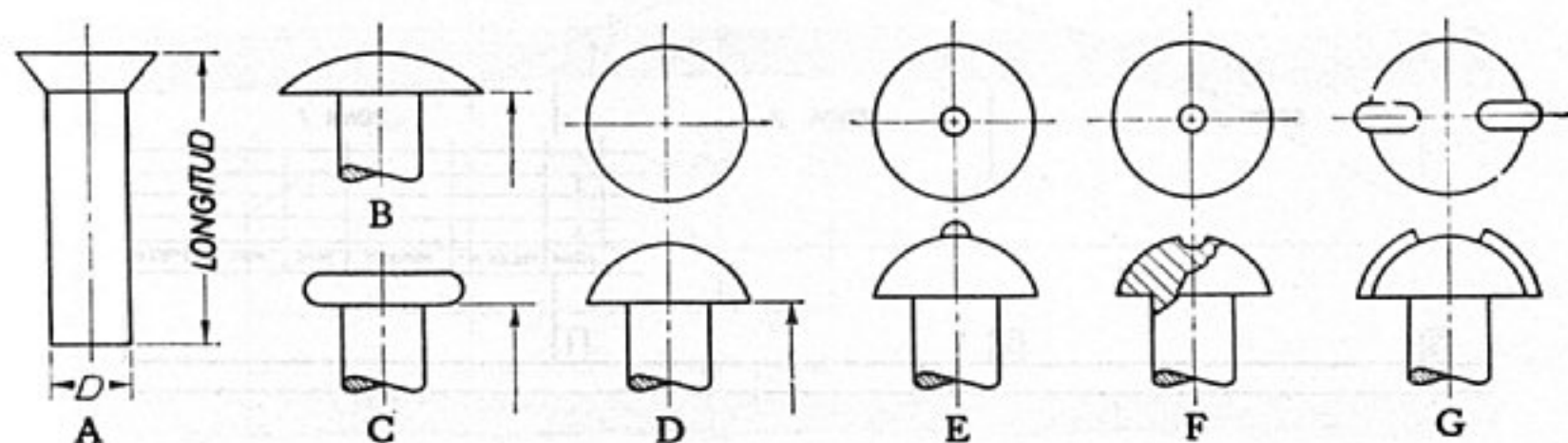


Fig. 16-23. Roblones para aviones.

Para identificar los remaches se emplean claves, como por ejemplo AN425 AD4-8. En ella, significan: AN425, Army-Navy Standard de cabeza embutida (cónica); AD, tipo de material A17S; 4 se refiere al diámetro en 32-avos de pulgada; el 8 se refiere a la longitud en 16-avos de pulgada.

16.18 Pernos para aviones. En la figura 16-24 puede verse un perno para avión según las normas AN, con algu-

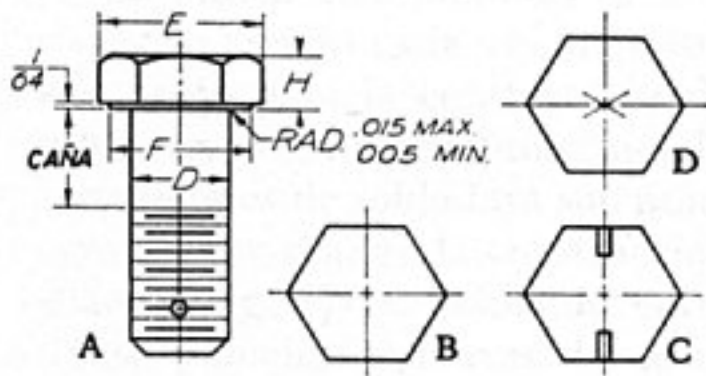


Fig. 16-24 Perno para aviones.

nas cotas en la tabla. Las normas AN se emplean en plantas de fabricación de aviones para conocer las cotas e información precisa para cada diámetro del perno. Las marcas de identificación, tres de las cuales pueden verse en la figura, se colocan en la cabeza del perno: para una aleación de aluminio no se marca la cabeza, como en B, y se especifica por QQ-A-351; para una aleación de aluminio QQ-A-354, la cabeza viene marcada tal como en C; para acero, tal como en D.

Para identificar los pernos se utilizan algunos símbolos, por ejemplo AN4-7: AN significa acero según normas AN. 4 es el diámetro en 16-avos de pulgada ($\frac{1}{16} \times 4$); 7 significa la longitud en octavos de pulgada, o sea de largo $\frac{7}{8}$ ". Si se trata de una aleación de aluminio se sustituye el guión por una letra (o le-

tras) que indican la aleación, tal como en AN4D7. Si se omite el agujero en el extremo de un perno, para introducir un pasador, se añade la letra A, como en AN4D7A.

La longitud de los pernos se da por el número de octavos de pulgada hasta $\frac{7}{8}$ " de diámetro; si es de una pulgada o más, se da en pulgadas y octavos.

Para otros elementos de unión rosca- dos para aviones, como pernos de su- jeción, tuercas especiales, pernos con

D	Filetes por pulg	E	F	D	Filetes por pulg	E	F
No. 10				$\frac{1}{2}$	20	$\frac{7}{8}$	0.750
0.189	32	$\frac{7}{16}$	0.375	$\frac{9}{16}$	18	$1\frac{1}{64}$	0.875
$\frac{1}{4}$	28	$\frac{1}{2}$	0.4375	$\frac{5}{8}$	18	$1\frac{3}{32}$	0.9375
$\frac{5}{16}$	24	$\frac{3}{4}$	0.500	$\frac{3}{4}$	16	$1\frac{5}{64}$	1.0625
$\frac{3}{8}$	24	$\frac{21}{32}$	0.5625	$\frac{7}{8}$	14	$1\frac{7}{16}$	1.250
$\frac{7}{16}$	20	$\frac{23}{32}$	0.625	1	14	$1\frac{21}{32}$	1.4375

Para la cabeza, $H = \frac{1}{2} D + \frac{1}{32}$ Para la tuerca, $H = \frac{3}{4} D$

ojo, etc., deben consultarse las nor- mas AN.

16.19 Lista de comprobación. Esta lista de comprobación del dibujo, empleada por el grupo de inspectores de la Grumman Aircraft Engineering Corporation, establece entre otros los si- guientes apartados:

- Distribución de las vistas
- Elección del tamaño de la hoja
- Emplazamiento de notas, sellos, etc.
- Presentación del dibujo
 - Simplificación de líneas y claridad (evitar detalles innecesarios)
 - Rotulado: $\frac{5}{32}$ altura
- Numeración de las partes, evitando todas las notas innecesarias referentes a las mismas
- Cajetín de rotulación y listas de materiales
- Modelo de cajetín
- Confección general del dibujo: llamadas, no- tas de taladros, secciones, vistas, etc.
- Sellos aplicables

Notas aplicables

En general

Piezas del comercio

Intercambiabilidad, recambios

Información técnica sobre herramientas

División en zonas

Número de dibujo

Dibujos especiales

Normas modificadas

Piezas del comercio y/o patentadas modificadas

Partes ensambladas

16-20 Problemas propuestos. Grupo P, página 494. Se presentan tres series: la 1 con los problemas más elementales, y las 2 y 3 para niveles más avanzados.

SERIE 1 Problemas P-1, P-3, P-5, P-8, P-9, P-10, P-12

SERIE 2 Problemas P-2, P-4, P-7

SERIE 3 Problemas P-6, P-11, P-13, P-14, P-15

17 Dibujos de soldadura

17.1 Soldadura. Los métodos de soldadura están siendo cada vez más empleados, tanto para la construcción de máquinas como en estructuras metálicas. Los métodos de soldadura son práctica común, hoy día, en la construcción de edificios (fig. 17-1). Soldando entre sí perfiles, planchas y barras de acero estandarizados se pueden formar bastidores, fundaciones y otros armazones que forman parte de las distintas máquinas. La mayor resistencia mecánica del acero es una ventaja que se aprovecha a menudo para fabricar piezas

de menos peso y formas menos complicadas que cuando se hacían de hierro fundido. Los trabajos de calderería, sobre todo para la fabricación de depósitos, se simplifican cuando se hacen soldados en lugar de roblonados.

Para las industrias dedicadas a la construcción de barcos, aviones y toda clase de vehículos, los trabajos de soldadura son parte principal del proceso

Fig. 17-1 Soldadura de la estructura metálica de un edificio. (*Engineering News-Record.*)



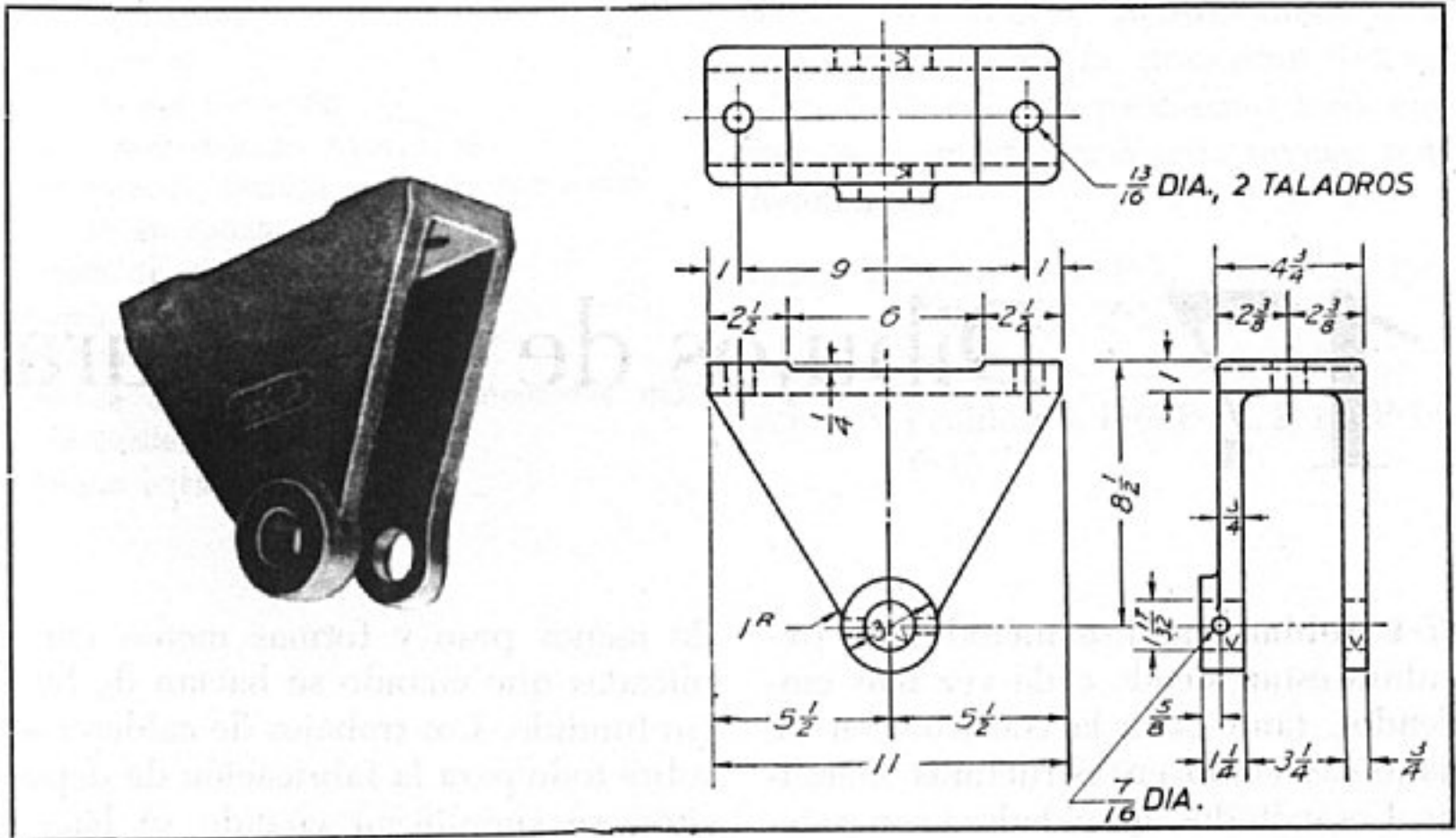


Fig. 17-2 Soporte para polea, de fundición. (Wellman Engineering Company and Lincoln Electric Company.) Prob. Q.3.

de fabricación, tanto para metales ligeros (aluminio, magnesio) como para el acero.

17-2 Métodos de soldadura. Los dos métodos principales son: por fusión y

por resistencia. En los procesos por fusión, generalmente, se requiere la adición de material en el momento de la soldadura, en forma de alambre o barra de soldar. Este metal de aportación se combina con el material base que hay

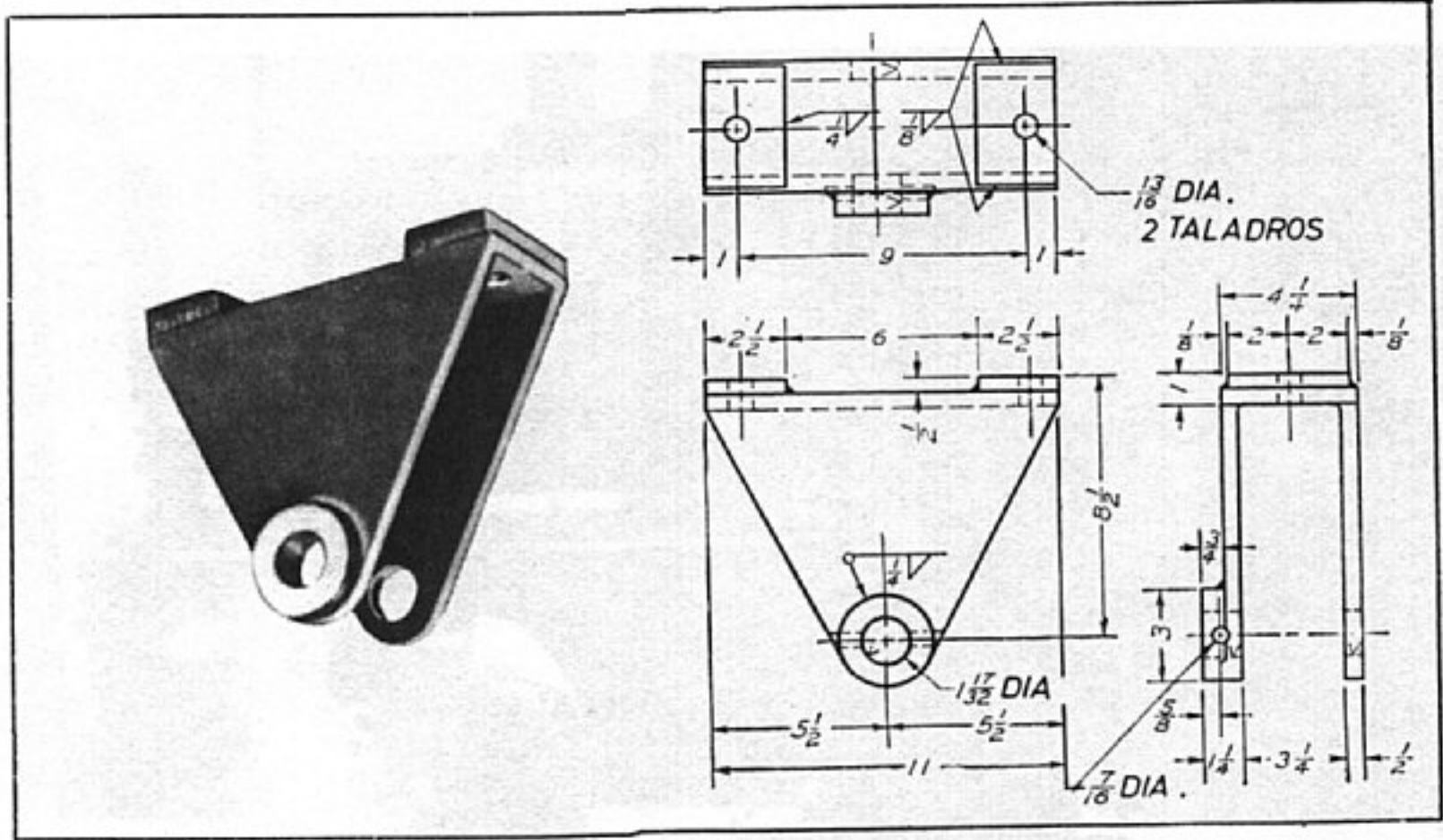


Fig. 17-3 Soporte para polea, soldado. (Wellman Engineering Company and Lincoln Electric Company.) Prob. Q.4.

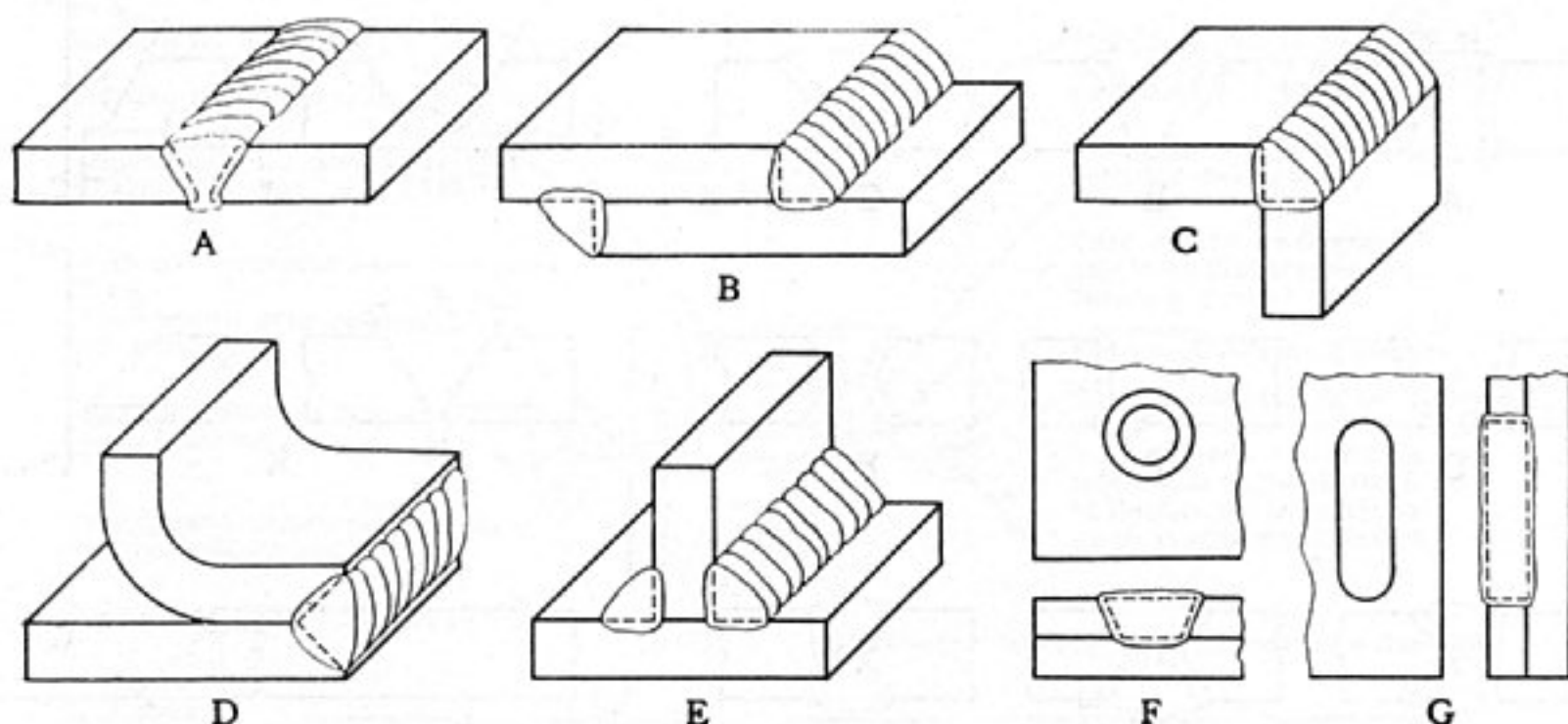


Fig. 17-4 Tipos básicos de juntas: (A) Junta a tope (perfil V). (B) Junta solapada (cordones angulares). (C) Junta angular (cordón angular). (D) Junta de arista (perfil V). (E) Junta en T (cordones angulares). (F) Junta de agujeros. (G) Junta de ranuras. Prob. Q-1.

que soldar. El calor necesario para la fusión se consigue por combustión de gas o por arco eléctrico. En la soldadura por resistencia se aprovecha el calor desarrollado por el paso de una corriente eléctrica a través del metal a soldar. Se requiere presionar las partes entre sí para conseguir su soldadura. Las variantes de estos métodos pueden ser: soldadura a la forja, al arco, al gas, aluminotérmica, por inducción, etc. Existen varios buenos libros que tratan de los procesos de soldadura, y que pueden usarse para el estudio de este importante tema.¹

17-3 Dibujos de soldaduras. En ellos se hace uso de símbolos y representaciones gráficas con la información necesaria (párrafo 17-5). En Estados Unidos, estos números han sido elaborados por la American Welding Society, y proporcionan un medio adecuado para indicar especificaciones, tipos, localiza-

ción y dimensiones de los cordones de soldadura. Se han publicado bajo el título de *Welding Symbols and Instructions for Their Use*.² Dichos símbolos han sido adoptados por la American Standards.³

Compárense las fotografías y dibujos de una misma pieza hecha de fundición (fig. 17-2) o a base de soldadura (figura 17-3).

17-4 Tipos de juntas. Los principales vienen representados con sus respectivos nombres en la figura 17-4. Hay muchas variedades de soldaduras empleadas para unir dichas juntas. Se hará uso de unas u otras, según la preparación de las distintas partes a soldar. En la figura 17-5 pueden verse algunas formas: Desde A hasta I, inclusive, marcado con líneas de trazos, podemos ver la preparación y situación de las partes antes de soldar. El valor de la separación mínima se indica por R y el

¹ *Tratado General de Soldadura*, de Schimpke-Horn-Ruge; *Manual práctico del soldador eléctrico*, de F. González; *Práctica de la soldadura autógena*, de G. Franche y D. Sefarian. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona.

² The American Welding Society, New York 18, N. Y.

³ Graphical Symbols for Welding (ASA Z 32, 2. 1-1949).

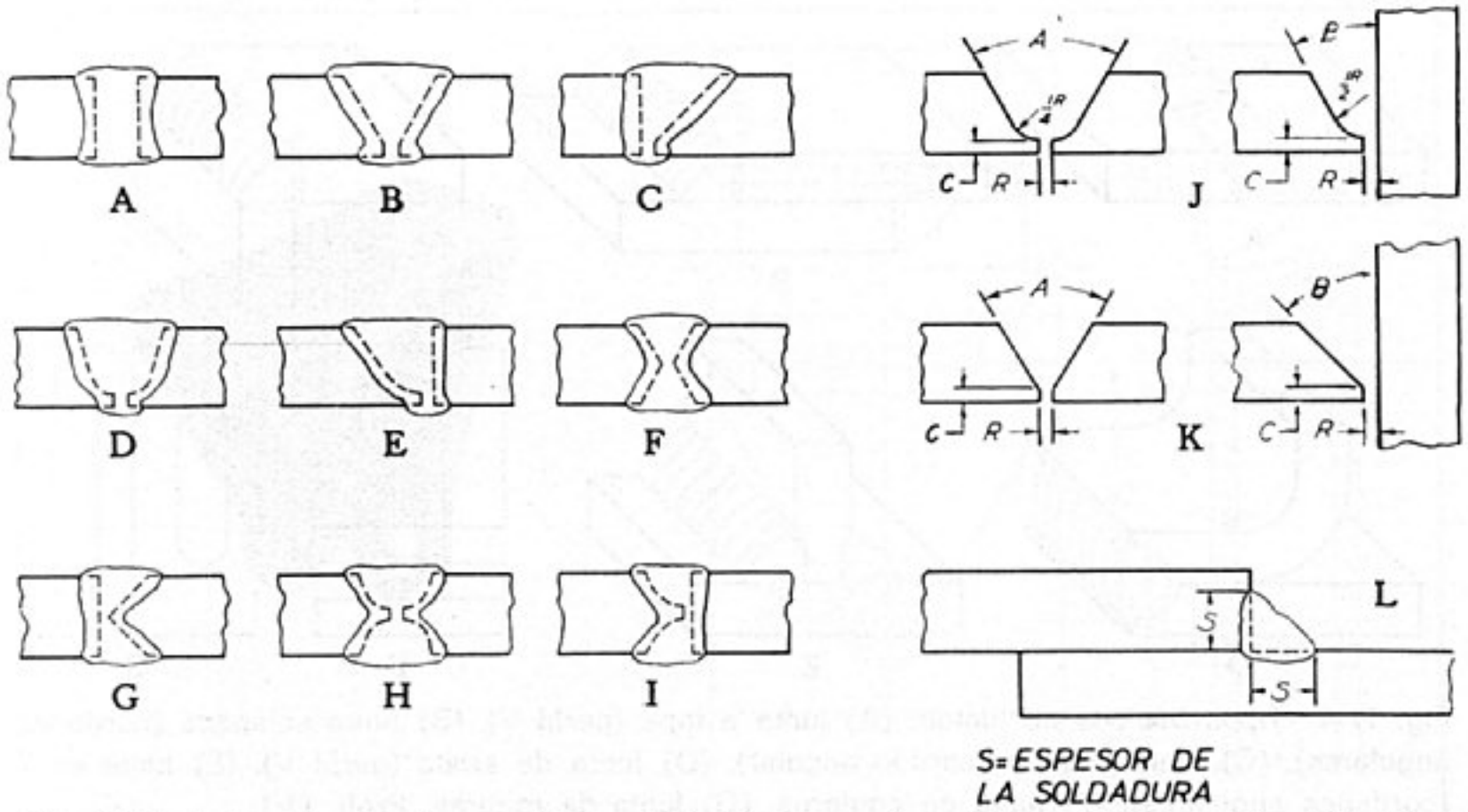


Fig. 17-5 Juntas de bordes perfilados: (A) Bordes rectos. (B) Perfil V sencilla. (C) Perfil semi-V. (D) Perfil U. (E) Perfil J. (F) Perfil doble V. (G) Perfil K. (H) Perfil doble U. (I) Perfil doble J. (J) $A = 45^\circ$, $C = 1/16'' \dots 3/16''$, $R = 0 \dots 9/16''$, $B = 35^\circ \dots 25^\circ$. (K) $A = 60^\circ$, $C = 0 \dots 1/8''$, $R = 1/8'' \dots 1/4''$, $B = 45^\circ$ mín. Prob. Q·2.

ángulo de bisel por A, en J y K. El espesor de la soldadura está indicado por S, en L.

Muchas combinaciones y variedades de juntas son posibles para resolver los diferentes casos que se presentan en la práctica. El conocimiento de las condiciones, junto con la experiencia, son muy necesarios para hacer una elección correcta de los tipos y tamaños de soldaduras adecuadas a cada caso.

17.5 Símbolos fundamentales para soldadura al arco y al gas. Están representados en la figura 17-6, junto a

algunos símbolos suplementarios. Las soldaduras pueden describirse con uno de estos símbolos, o por una combinación de los mismos, según la complejidad de las uniones.

La disposición estandarizada de los datos de la información se muestra en la figura 17-7. Se ve en qué forma se disponen los símbolos y datos en relación a la línea de referencia. La pata perpendicular del símbolo, cuando la hay, se dispone a la izquierda.

Para distinguir los dos lados, se emplean las expresiones «lado flecha» y «otro lado» (fig. 17-8). En esta figura,

SIMBOLOS BÁSICOS DE LA SOLDADURA AL ARCO Y A GAS								SIMBOLOS SUPLEMENTARIOS			
TIPO DE SOLDADURA								SIMBOLOS SUPLEMENTARIOS			
Cordón en relieve	Cordón angular	Ranura o agujero	Bordes preparados					Todo el contorno	Sold. de montaje	Contorno	
			Rectos	V	Semi-V	U	J			Rascada	Crecida

Fig. 17-6 Símbolos para soldadura con gas y al arco eléctrico.

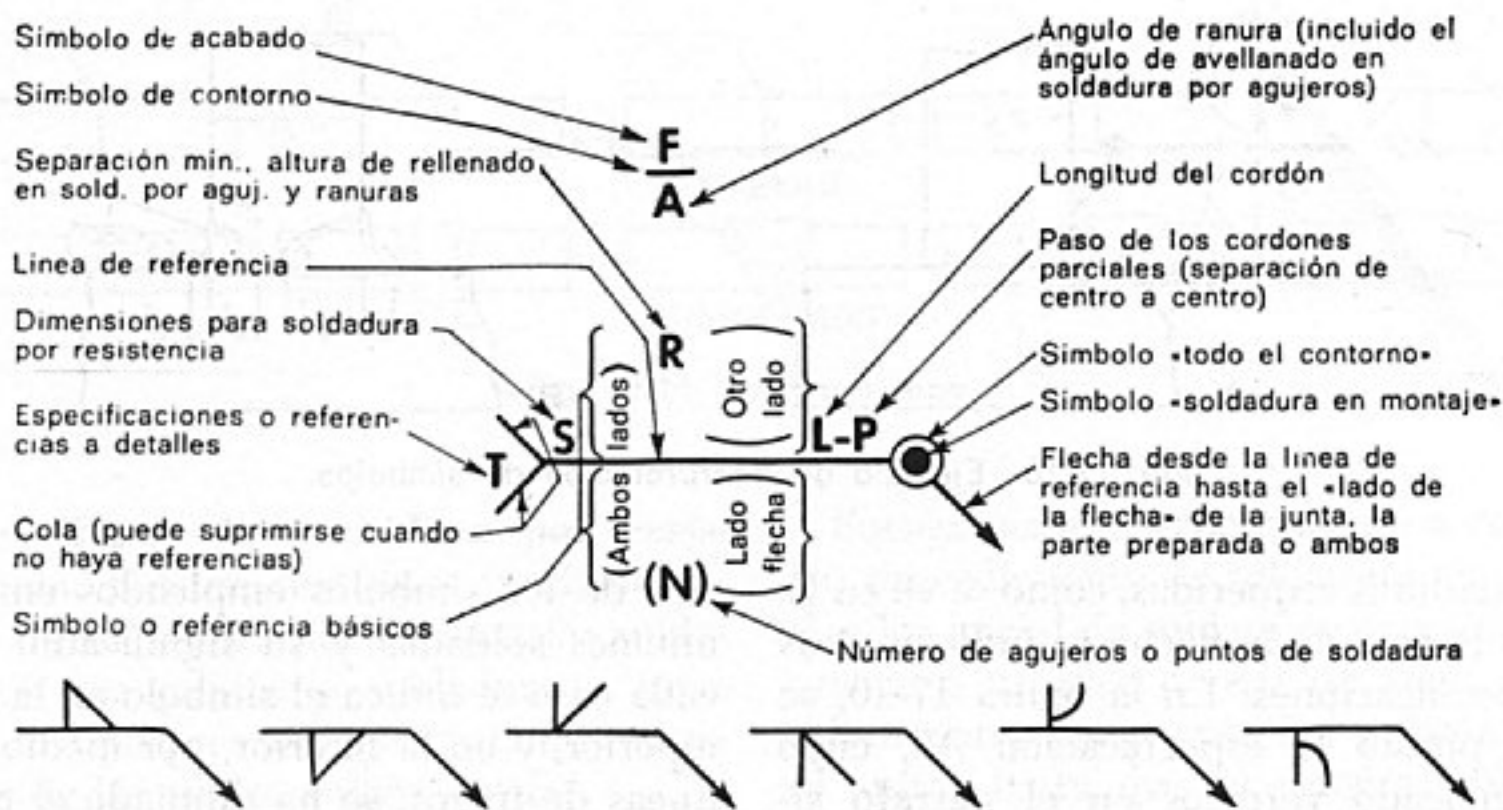


Fig. 17-7 Colocación de la información en los símbolos de soldadura.

de A a E aparecen diferentes tipos de soldadura, con el símbolo correspondiente a la izquierda. Nótese que el símbolo de la soldadura correspondiente al lado de la flecha se pone por debajo de la línea de referencia. Para el otro lado se dispone por encima de la línea de referencia. Cuando se pone arriba y abajo es que se refiere a ambos

lados. Cuando se usa el símbolo media — V o J la flecha sufre un quebramiento para apuntar a la pieza que se ha de trabajar (fig. 17-9). En A, por ejemplo, la indicación no queda clara. En B, se indica claramente mediante la flecha que la pieza que hay que rebajar es la vertical, como se ve en C. En D, el símbolo indica claramente las

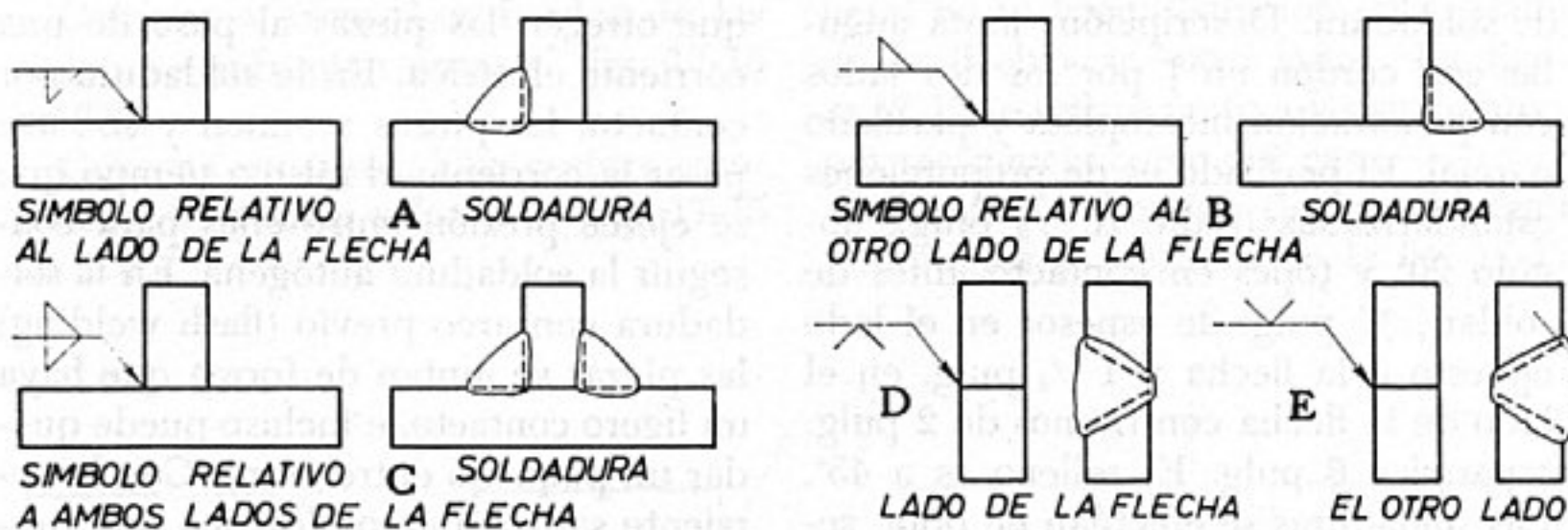


Fig. 17-8 Significación de los lados de la flecha.

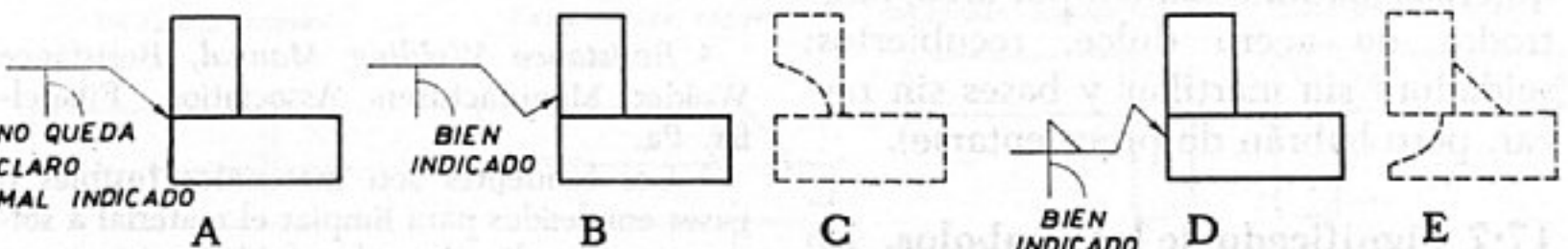


Fig. 17-9 Indicación de la pieza a trabajar.

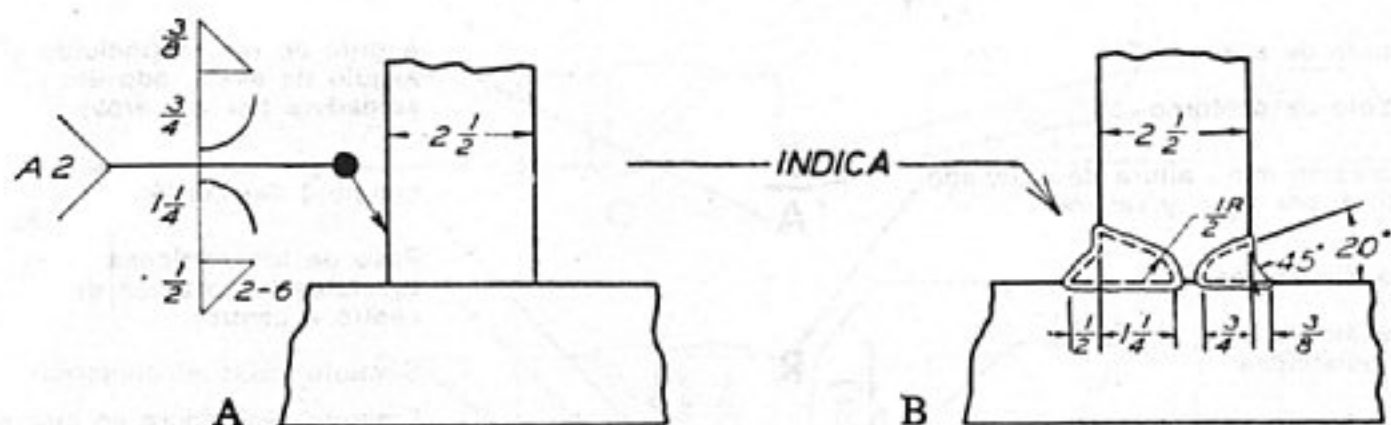


Fig. 17-10 Ejemplo de interpretación de símbolos.

soldaduras requeridas, como se ve en E. En la cola de la flecha se indican otras especificaciones. En la figura 17-10, se ha puesto la especificación A2, cuyo significado veremos en el párrafo siguiente. También en la figura 17-7, la letra T de la cola se refiere a cierta especificación. En algunos casos, cuando se trabaje con especificaciones estandarizadas dentro de determinada empresa, no será necesario dibujar la cola porque ya se dan por supuestas dichas especificaciones.

17.6 Ejemplo. En la figura 17-10 se da un ejemplo de interpretación de la información contenida en los símbolos de soldadura. Descripción: junta angular con cordón en J por los dos lados con penetración incompleta y perfilado parcial. El perfilado es de proporciones estandarizadas (radio $R \frac{1}{2}$ pulg., ángulo 20° y topes en contacto antes de soldar), $\frac{3}{4}$ pulg. de espesor en el lado opuesto a la flecha y $1 \frac{1}{4}$ pulg. en el lado de la flecha con tramos de 2 pulg. separados 6 pulg. El relleno es a 45° . Las soldaduras se efectúan en obra, según las especificaciones A2 (ello requiere soldadura manual por arco, electrodos de acero dulce, recubiertos; soldadura sin martillar y bases sin rascar, pero habrán de precalentarse).

17.7 Significado de los símbolos. En las figuras 17-11 a 17-13 se indican va-

rios de los símbolos empleados en las uniones soldadas y su significado. En cada caso se indica el símbolo en la fila superior, y en la inferior, por medio de líneas de trazos, se ha dibujado el perfil de la junta correspondiente antes de soldar. En la figura 17-3 se encontrará una aplicación de estos símbolos en el dibujo de una pieza de una máquina, y en la figura 17-14 para una estructura metálica.

17.8 Soldadura por resistencia eléctrica.⁴ Se caracterizan este tipo de soldaduras porque en ellas no se requieren fundentes⁵ ni materiales de aportación. El calor es generado por la resistencia que ofrecen las piezas al paso de una corriente eléctrica. En la soldadura por contacto, las piezas se unen y se hace pasar la corriente al mismo tiempo que se ejerce presión entre ellas para conseguir la soldadura autógena. En la soldadura con arco previo (flash welding) las piezas se juntan de forma que haya un ligero contacto, e incluso puede quedar un pequeño entrehierro. Con la corriente salta un arco eléctrico que funde los extremos de las piezas.

⁴ *Resistance Welding Manual*, Resistance Welder Manufacturers Association, Filadelfia, Pa.

⁵ Los fundentes son materiales fusibles o gases empleados para limpiar el material a soldar, ya que disuelven los óxidos existentes o formados en el momento de soldar.

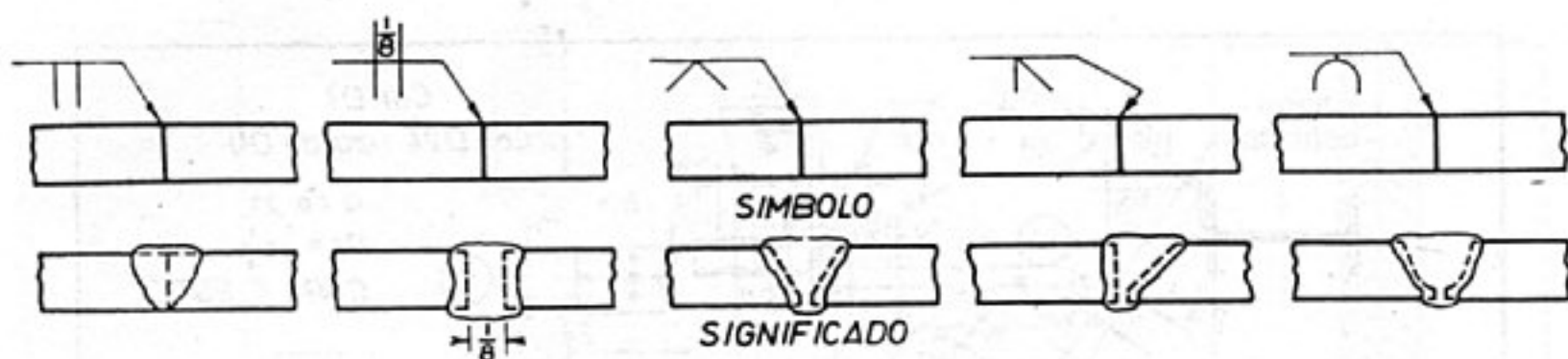


Fig. 17-11 Juntas a tope.

17.9 Tipos de soldadura por resistencia. Existen dos tipos fundamentales de soldadura por resistencia: soldadura por puntos y soldadura a tope. Cada tipo presenta sus variantes, algunas de las cuales vamos a ver:

SOLDADURA POR PUNTOS. Procedimiento de soldadura por resistencia en que la zona de fusión está confinada en un área relativamente pequeña de las piezas solapadas, limitada por la sección de los electrodos (fig. 17-15 A).

SOLDADURA POR PUNTOS SALIENTES. Procedimiento de soldadura por resistencia en que la concentración del calor tiene lugar debido a que se ha marcado previamente el relieve de los puntos (fig. 17-15 en B y C).

COSTURA A TOPE. Los bordes de las piezas se enfrentan entre sí (fig. 17-15 en D).

COSTURA SOLAPADA. Una costura compuesta de puntos solapados (fig. 17-15 en E).

SOLDADURA POR APROXIMACIÓN A TOPE. Un procedimiento de soldadura en que el calor inicial de soldadura se consigue gracias a un arco o serie de arcos que saltan entre las piezas. La presión no se aplica hasta que el calor así obtenido haya producido las condiciones apropiadas para la soldadura (figura 17-15 F).

SOLDADURA CON TOPES REGRUESADOS. Un procedimiento de soldadura en que la corriente se aplica una vez puestas en contacto las piezas (fig. 17-15 G).

Los símbolos básicos de la soldadura por resistencia se dan en la fig. 17-16. La línea de referencia y la flecha tienen el mismo significado que en el caso de soldadura oxiacetilénica, pero en general no se hace distinción entre «lado de la flecha» y «otro lado». La figura 17-17 se refiere tanto a las soldaduras por resistencia como por gas.

El signo indicativo de la soldadura por puntos se muestra en la fig. 17-17

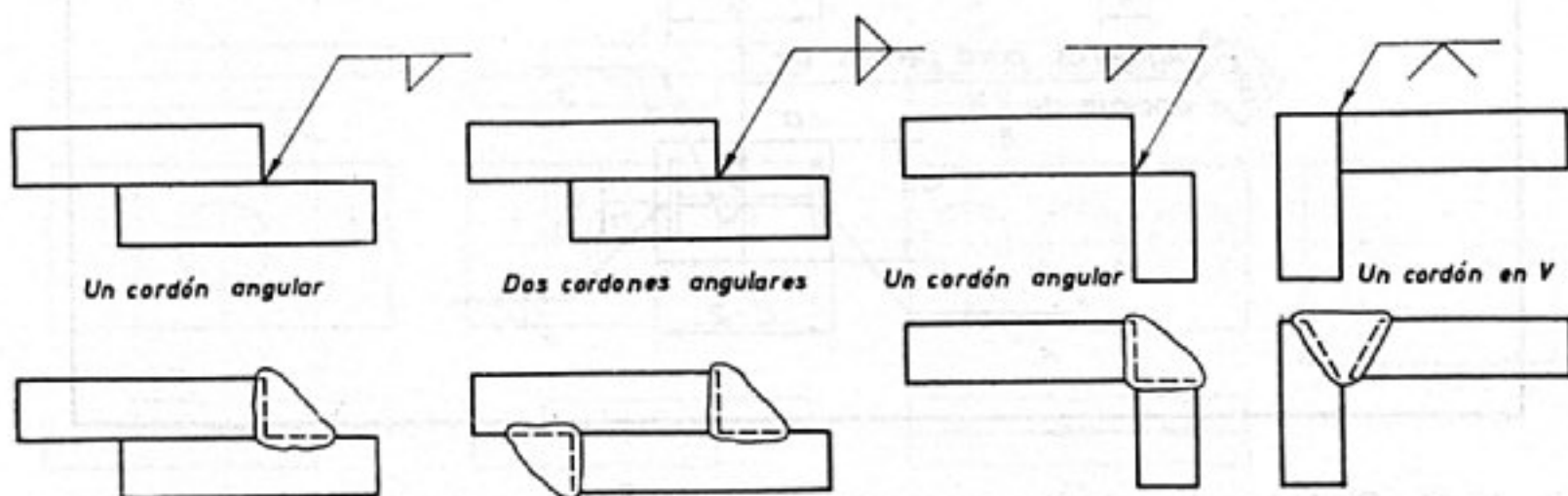


Fig. 17-12 Juntas solapadas.

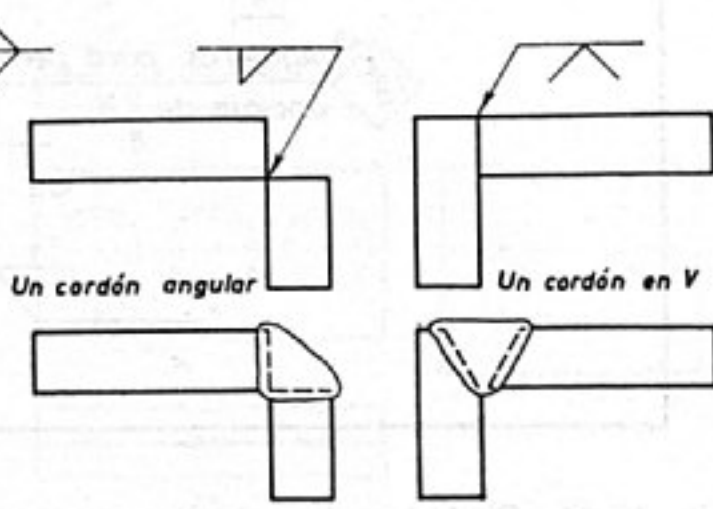


Fig. 17-13 Juntas angulares.

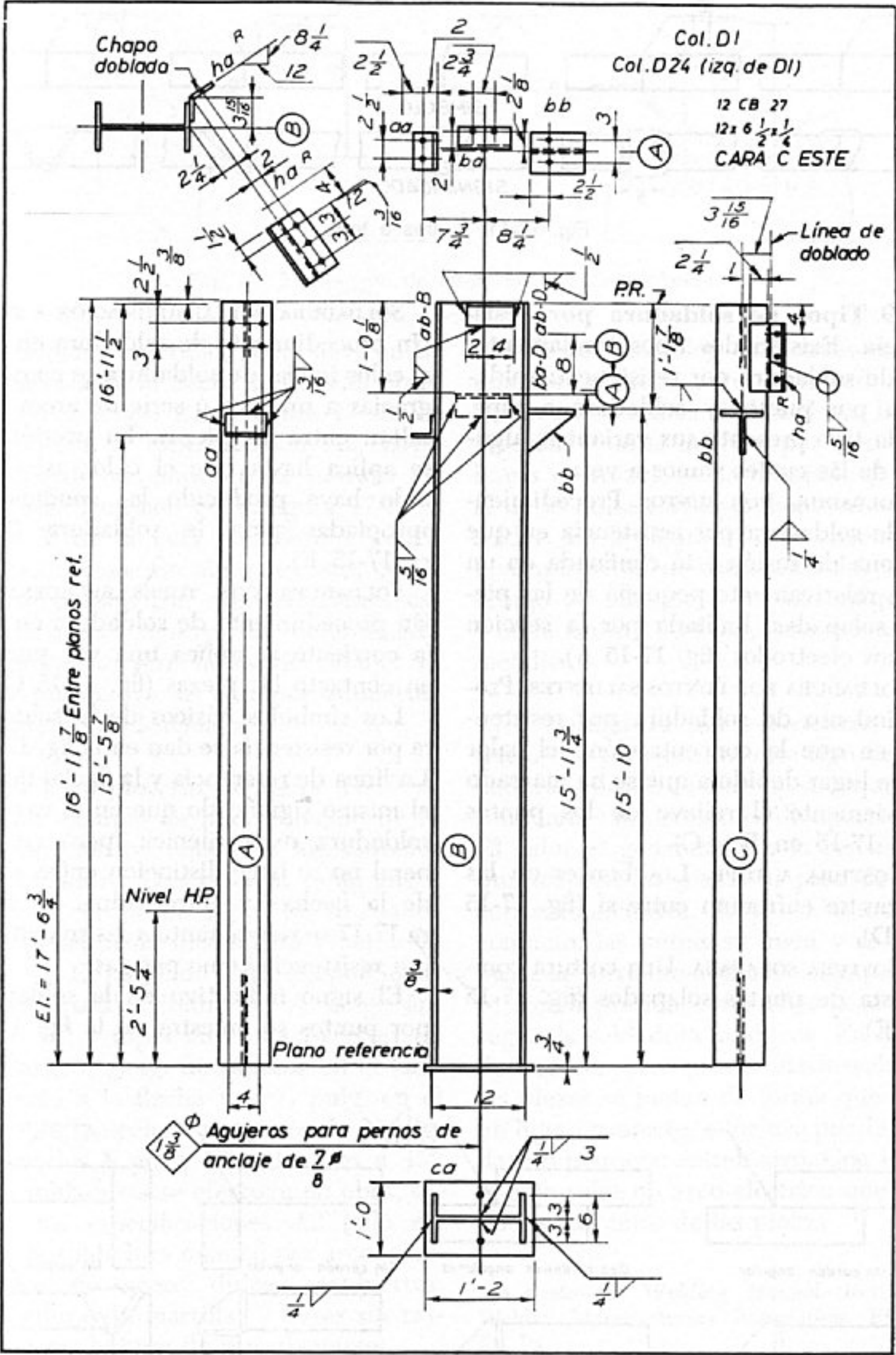


Fig. 17-14 Símbolos de soldadura aplicados al dibujo de una estructura. (American Bridge Company.) Prob. Q*12.

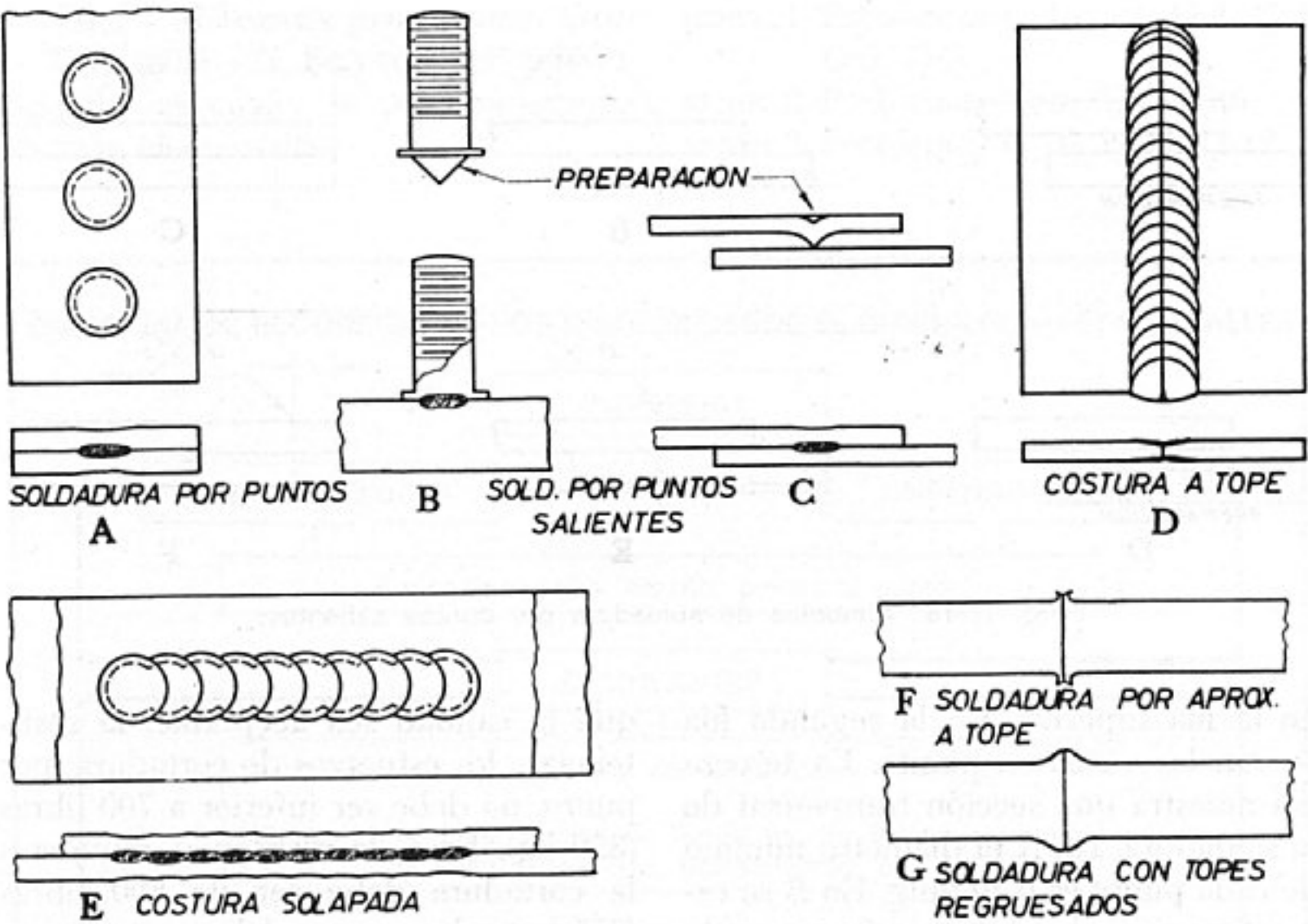


Fig. 17-15 Soldaduras por resistencia.

SIMBOLOS BASICOS DE SOLD. POR RESISTENCIA				SIMBOLOS SUPLEMENTARIOS			
TIPO DE SOLDADURA							
Puntos	Puntos salientes	Tope	Aprox. o regresada	Todo el contorno	Soldadura de montaje	Contorno	
						Rascada	Crecida

Fig. 17-16 Símbolos de soldadura por resistencia.

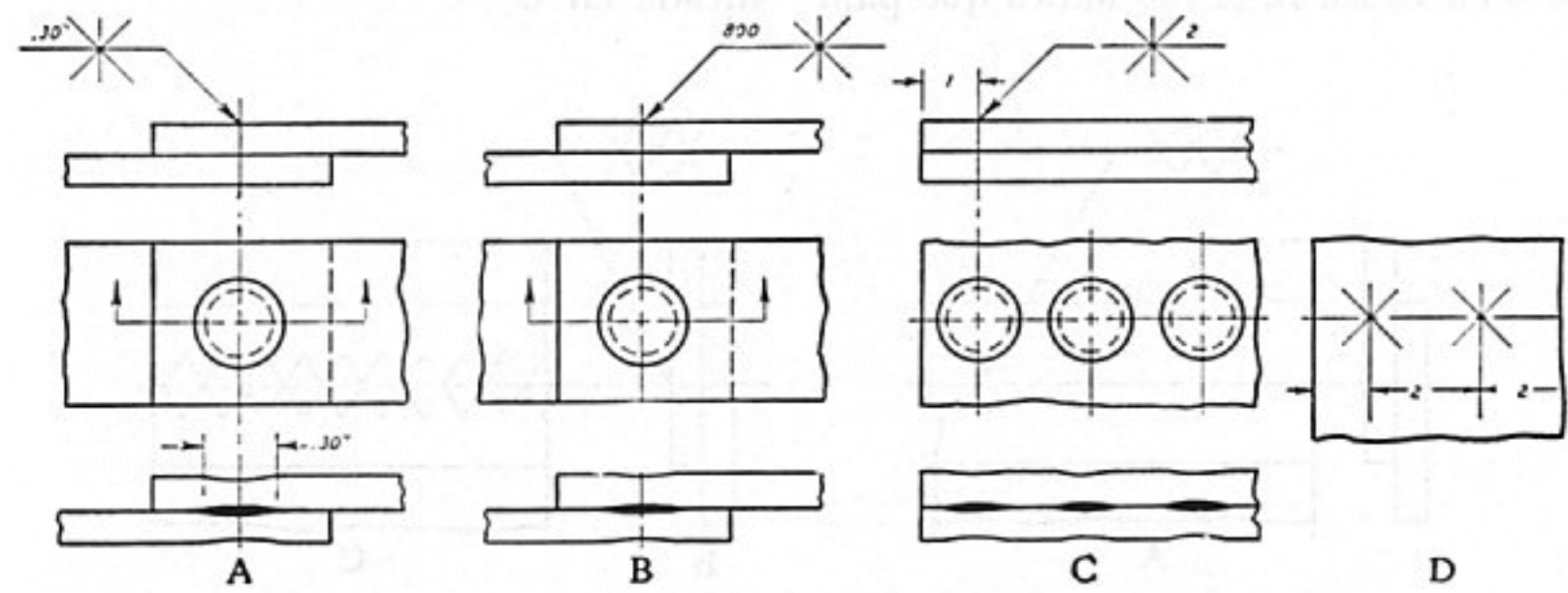


Fig. 17-17 Símbolos de soldadura por puntos.

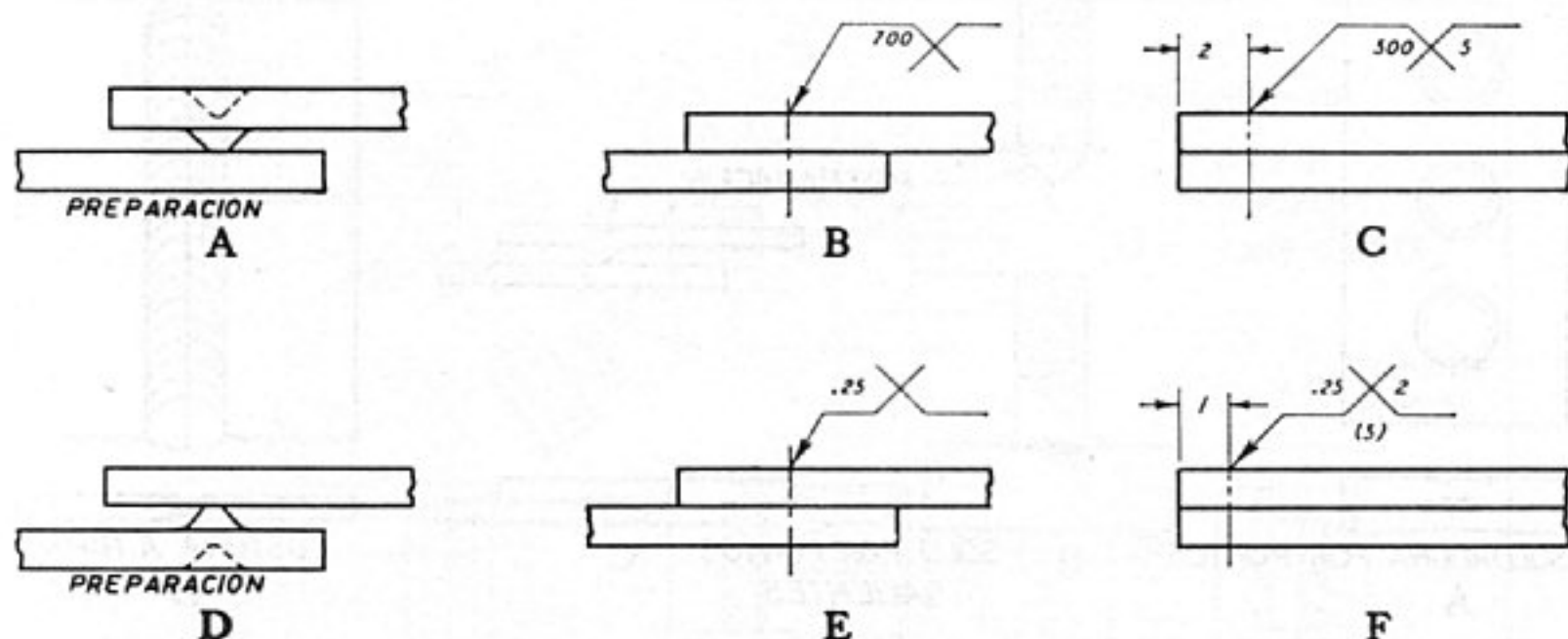


Fig. 17-18 Símbolos de soldadura por puntos salientes.

en la fila superior. En la segunda fila se ven las vistas en planta. La tercera fila muestra una sección transversal de la soldadura. En A el diámetro mínimo de cada punto es 0,30 pulg. En B se especifica que el mínimo esfuerzo a la cortadura sea de 800 libras (360 kg). En C y en D se ven dos maneras para indicar que la soldadura empieza a una pulgada del borde izquierdo y los puntos están separados 2 pulgadas entre sí.

El símbolo de soldadura por puntos salientes se muestra en la figura 17-18 con la preparación requerida, en A y D. En A la proyección de material tiene lugar en la pieza del lado de la flecha en cuyo caso el signo se sitúa como en B o en C. En B, el 700 indica que para

que la calidad sea aceptable, la resistencia a los esfuerzos de cortadura, por punto, no debe ser inferior a 700 libras (320 kg). En C la resistencia mínima a la cortadura debe ser de 500 libras (225 kg) y los puntos deben estar espaciados 5 pulgadas. En D la proyección de material tiene lugar en la pieza del «otro lado». En E el diámetro mínimo del punto es de 0,25 pulg. En F los puntos están espaciados 2 pulg. y el diámetro mínimo es de 0,25 pulg.; hay cinco puntos de soldadura. El símbolo para soldaduras de puntos solapados aparece en la figura 17-19. La flecha se indica en A y en B. Otra posibilidad de situar el símbolo está indicada en C.

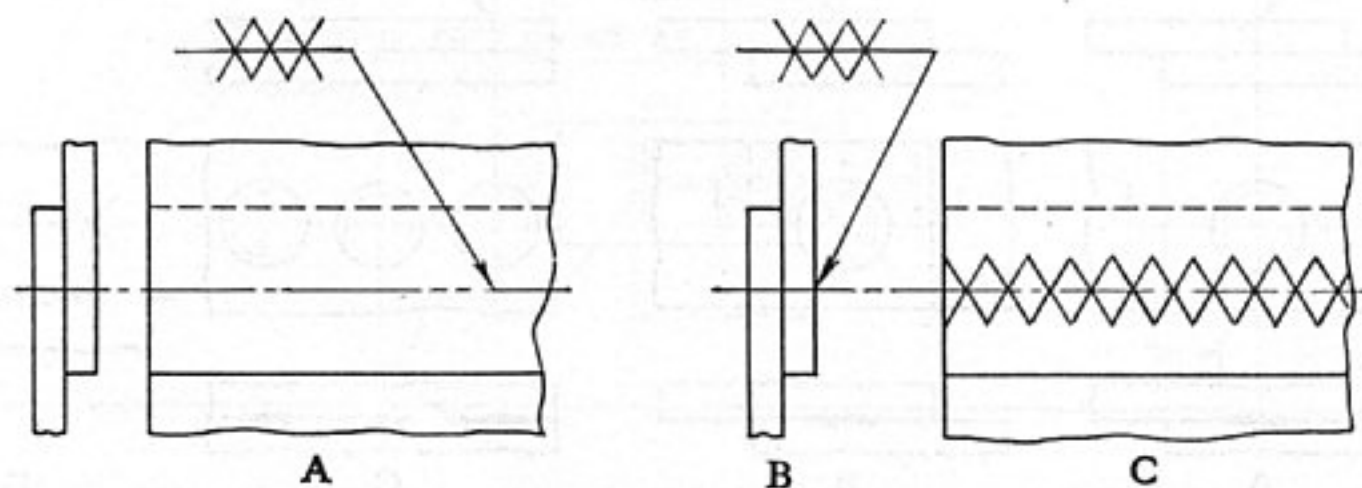
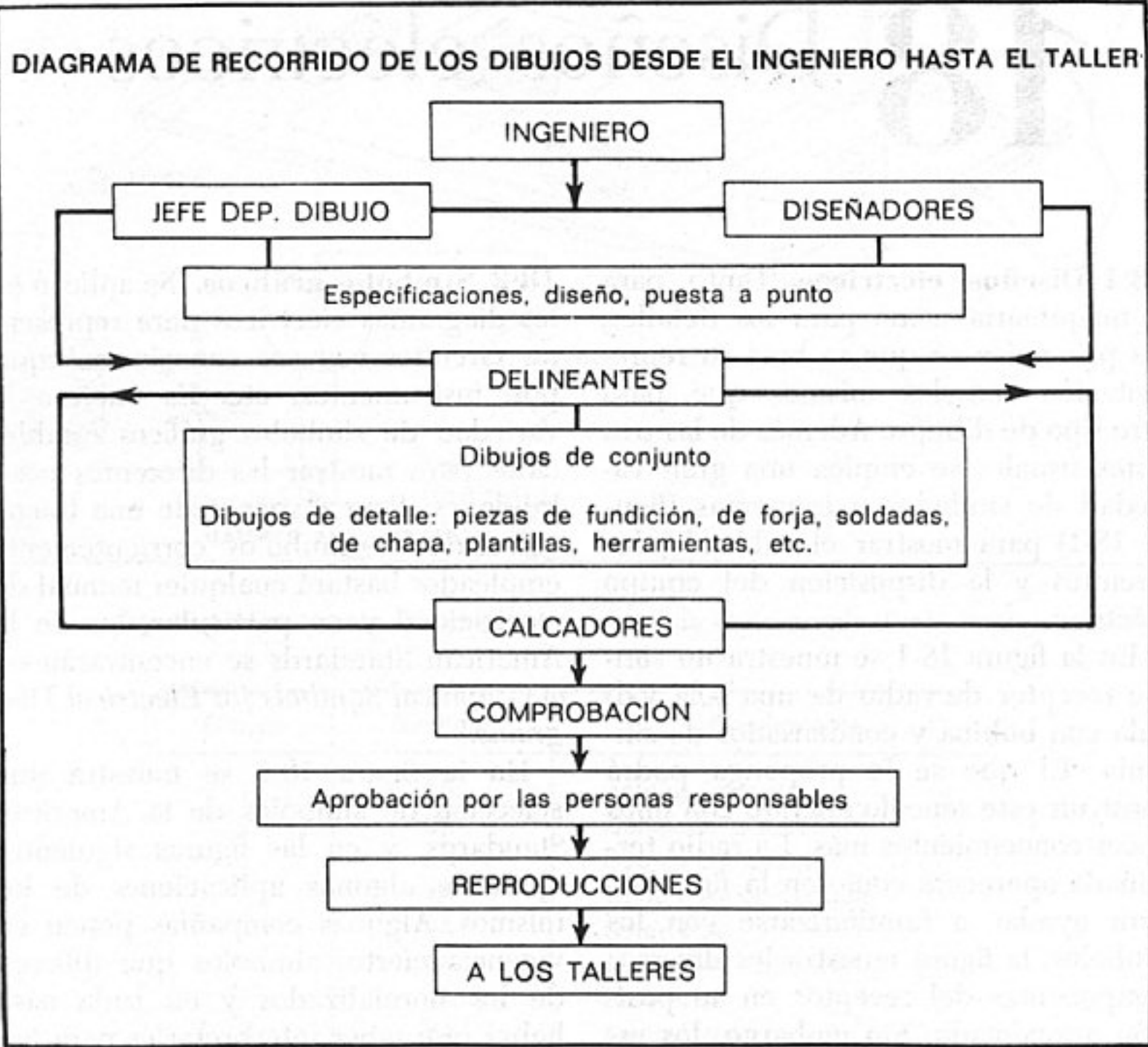


Fig. 17-19 Símbolos de costuras de puntos solapados.

17.10 Problemas propuestos. Grupo Q, página 497. Se proponen tres series, de las cuales la primera agrupa los más elementales.

- SERIE 1 Problemas Q.1, Q.2, Q.3, Q.4, Q.5, Q.8
- SERIE 2 Problemas Q.6, Q.7, Q.9
- SERIE 3 Problemas Q.10, Q.11, Q.12.



18 Diseños eléctricos

18.1 Diseños eléctricos. Tanto para la maquinaria como para los detalles, los principios en que se basa su representación son los mismos que para otro tipo de dibujos. Además de las tres vistas usuales se emplea una gran variedad de símbolos o esquemas (figura 18-1) para mostrar el cableado, los circuitos y la disposición del equipo eléctrico.

En la figura 18-1 se muestra un simple receptor de radio de una sola válvula con bobina y condensador de sintonía. El que se lo proponga podrá construir este sencillo aparato con unos pocos conocimientos más. La radio terminada aparecerá como en la fig. 18-1. Para ayudar a familiarizarse con los símbolos, la figura muestra los diversos componentes del receptor en su posición aproximada. Sin embargo, los esquemas de conexiones no siempre dan idea de la posición de los elementos. Tales esquemas muestran sólo los componentes y su conexión eléctrica.

Para hacer diseños eléctricos se requieren conocimientos de electricidad, además de saber dibujar. De todas maneras, este capítulo enseñará a dibujar algunos símbolos y la manera de aplicarlos. Los lectores que hayan seguido algún curso de Física encontrarán de gran ayuda sus conocimientos de electricidad.

18.2 Símbolos gráficos. Se aplican en los diagramas eléctricos para representar circuitos con sus conexiones, equipos, instrumentos, etc. Es enorme la variedad de símbolos gráficos establecidos para mostrar las diferentes posibilidades. Para disponer de una buena colección de símbolos corrientemente empleados bastará cualquier manual de electricidad y en particular, los de la American Standards se encontrarán en el *Graphical Symbols for Electrical Diagrams*.¹

En la figura 18-2 se muestra una selección de símbolos de la American Standards, y en las figuras siguientes aparecen algunas aplicaciones de los mismos. Algunas compañías ponen en vigencia ciertos símbolos que difieren de los normalizados y en cada caso habrá que saber interpretarlos para hacer las identificaciones correctas.

En la figura 18-24 se muestran símbolos gráficos de uso corriente en esquemas de radio y otros aparatos electrónicos. También es posible adquirir algunas plantillas de plástico con los símbolos más corrientes troquelados, con las que se consigue gran rapidez y uniformidad en los dibujos. Una de

¹ ASA Y 32, 2-1954. American Standards Association, 70 East 45th Treet, New York 17, N. Y.

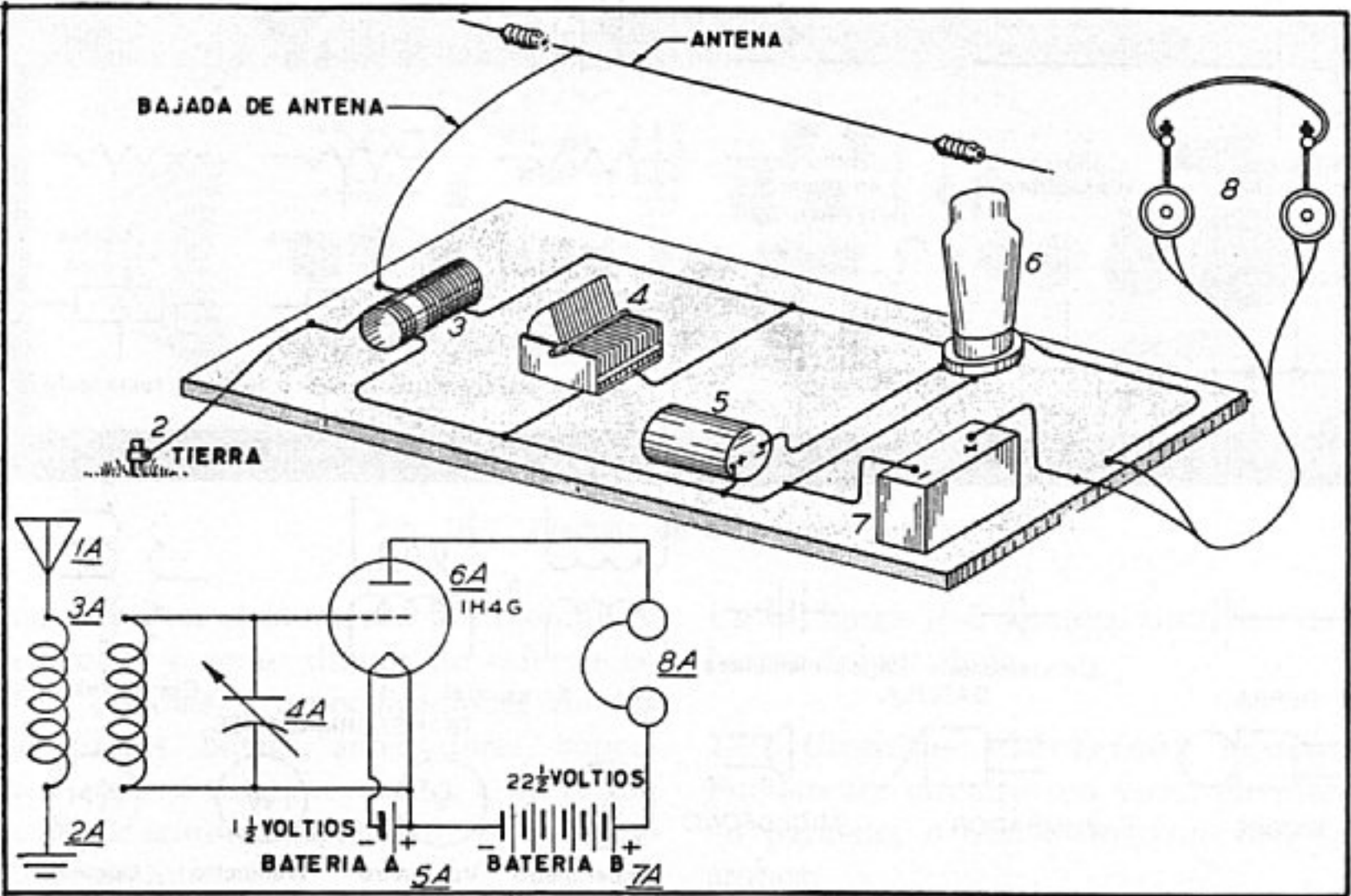


Fig. 18-1 Esquema y dibujo de un receptor de radio simple. Prob. R-23.

Dibujo	Símbolo	Componente
1	1A	Antena (al aire)
2	2A	Conexión a tierra
3	3A	Bobina de antena
4	4A	Condensador variable
5	5A	Batería A
6	6A	Triodo de vacío 1H4G
7	7A	Batería B
8	8A	Auriculares

tales plantillas se muestra en la fig. 18-3. Los símbolos empleados para indicar las instalaciones eléctricas en los planos de las construcciones aparecen en la figura 21-52

18.3 Posición y escala. Los esquemas eléctricos a base de símbolos gráficos están hechos para mostrar las conexiones entre los diversos elementos. Tales

diagramas no están hechos a escala y no se especifican las dimensiones de los símbolos. Sin embargo, los símbolos se dibujarán a mayor o menor tamaño en vistas a ofrecer una mejor representación de las condiciones que se quieran describir. De todas manera, los símbolos siempre tienen el mismo significado, cualquiera que sea el tamaño a que se dibujen. También podrán dibujarse las

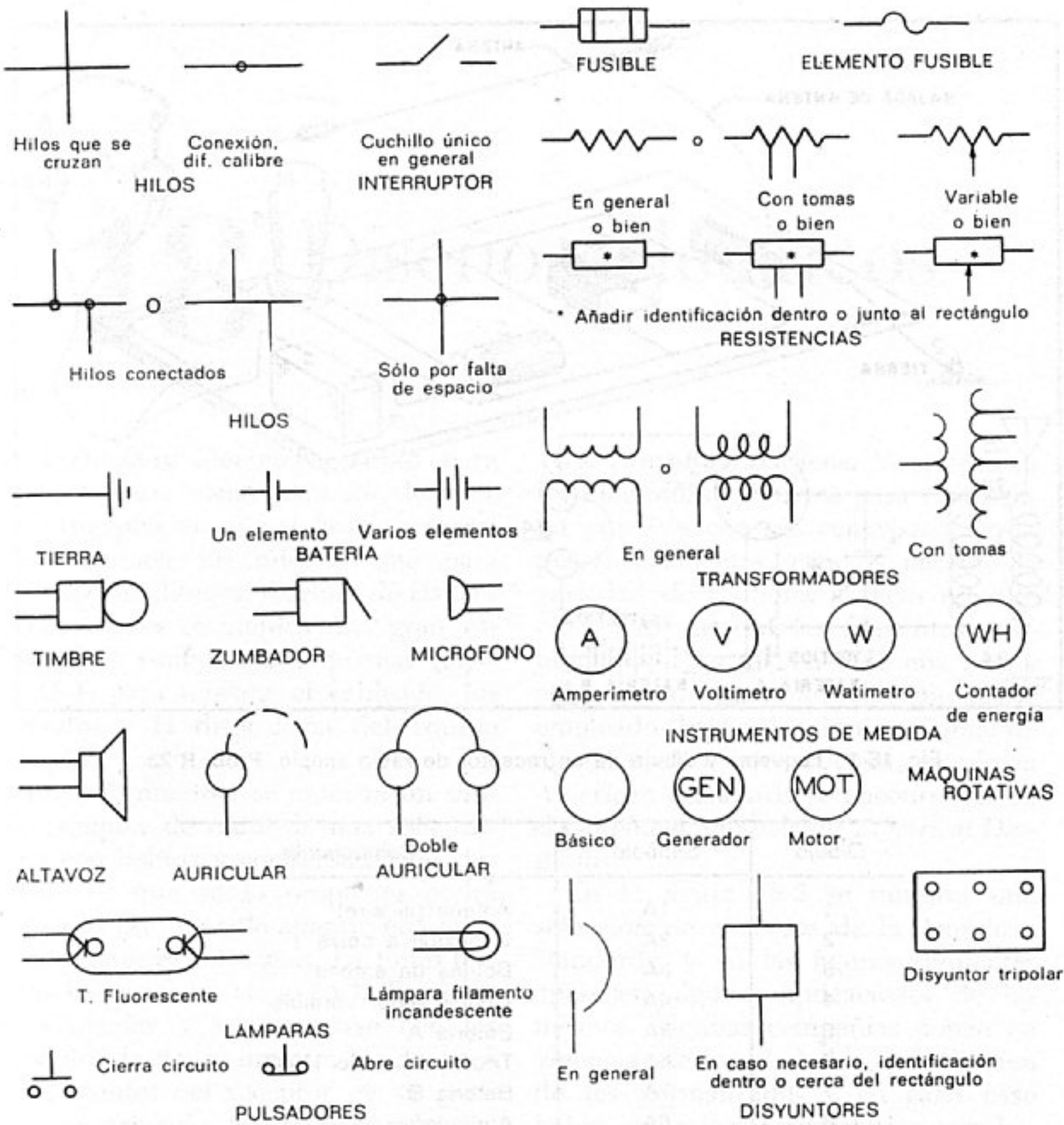


Fig. 18-2 Símbolos eléctricos. (Extractado de las American Standards «Graphical Symbols for Electrical Diagrams» ASA Y 32.2-1954.)

líneas más gruesas o más delgadas, siempre en vistas a una mayor claridad en la representación.

Los equipos eléctricos tales como cuadros de conmutadores, transformadores, etc., si no se representan simbólicamente, se dibujarán a escala cuando sea necesario. Las distribuciones en planta y otros dibujos para instalaciones eléctricas se dibujarán a escala lo

mismo que otros proyectos de construcción.

18.4 Dibujos en perspectiva (capítulo 14). Son muy útiles para describir equipos e instalaciones eléctricas. La perspectiva isométrica de la estación transformadora (fig. 18-4) muestra las relaciones entre el equipo eléctrico y la estructura sustentante. Tal dibujo es

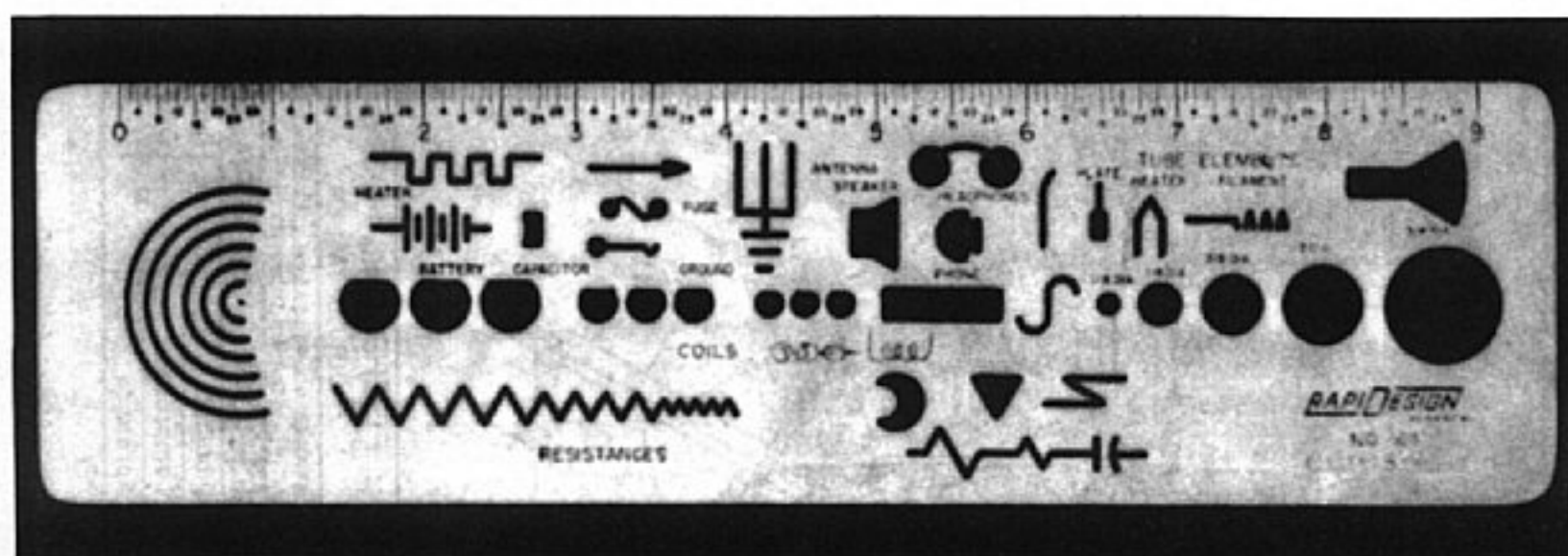


Fig. 18-3 Plantilla de símbolos eléctricos.

muy útil en el momento del montaje y erección y como dibujo de referencia. Los detalles y especificaciones de los aisladores, barras, separadores, soportes, etc., se dibujan aparte, a fin de no complicar innecesariamente este dibujo de conjunto.

Una de las principales finalidades de este dibujo es mostrar el emplazamiento de los conductores (como en C en la figura).

Las cotas deben estar bien especificadas a fin de poder hacer las conexiones de los equipos en el lugar apropiado puesto que, generalmente, las conducciones se instalan ya antes de recibir el equipo.

Otra aplicación de los dibujos en perspectiva en trabajos eléctricos viene ilustrada en la figura 18-5, que muestra una conducción a base de barras. Este dibujo corresponde a uno de los varios conductores que distribuyen la corriente a las diferentes dependencias del Republic National Bank en Dallas. La finalidad del dibujo es dimensionar los diferentes elementos de las barras para su manufactura a base de las medidas tomadas en el propio edificio. Hay que mostrar los diferentes codos y desviaciones (elementos 1, 5, 6, 8 y 10) a fin de encontrar un paso adecuado entre las vigas, columnas, etc., del edificio.

En la figura 18-5 aparece una de estas barras fotografiada.

18.5 Circuitos eléctricos básicos.

Pueden ser circuitos en serie, circuitos en paralelo, o una combinación de ambos.

Circuitos en serie son aquellos en que la corriente discurre a partir de una fuente de alimentación (batería, generador, etc.) a través de resistencias o cargas (lámpara, motor, etc.) puestas unas a continuación de otras, tal como se indica en las figuras 18-6 a 18-8. En la figura 18-6 un timbre A es accionado por una batería C cuando se cierra el circuito por medio de un botón B, normalmente abierto. En la figura 18-7, un zumbador A es accionado por la corriente procedente del transformador C. ¿Qué se quiere indicar en B y cuál es su función en este circuito? En la figura 18-8, cuatro lámparas C, D, E y F son alimentadas por el generador A cuando el interruptor B, que lleva un fusible incorporado, cierra el circuito. Todas las lámparas deben estar encendidas, pues si fallara una, el circuito quedaría interrumpido y no alumbraría ninguna. Piénsese en las lucecitas del árbol de Navidad que cuando se funde una se apagan todas las de una misma guirnalda.

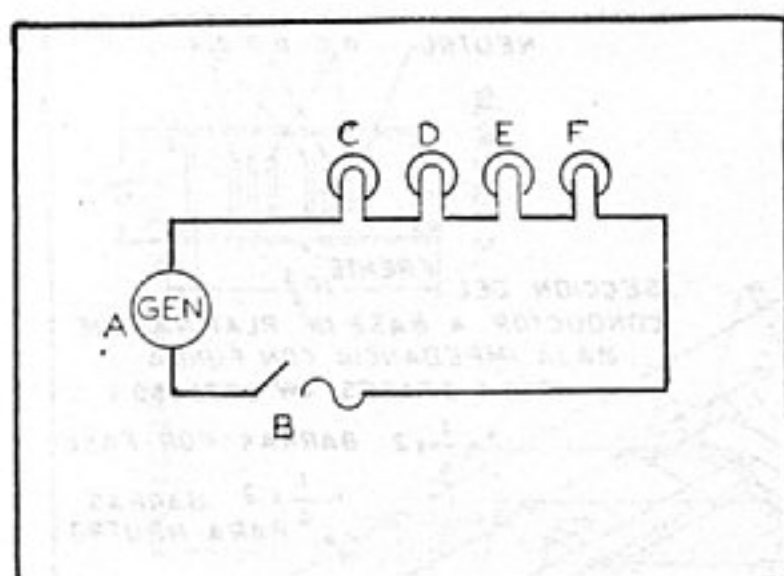


Fig. 18-8 Esquema de un circuito en serie. Prob. R.4.

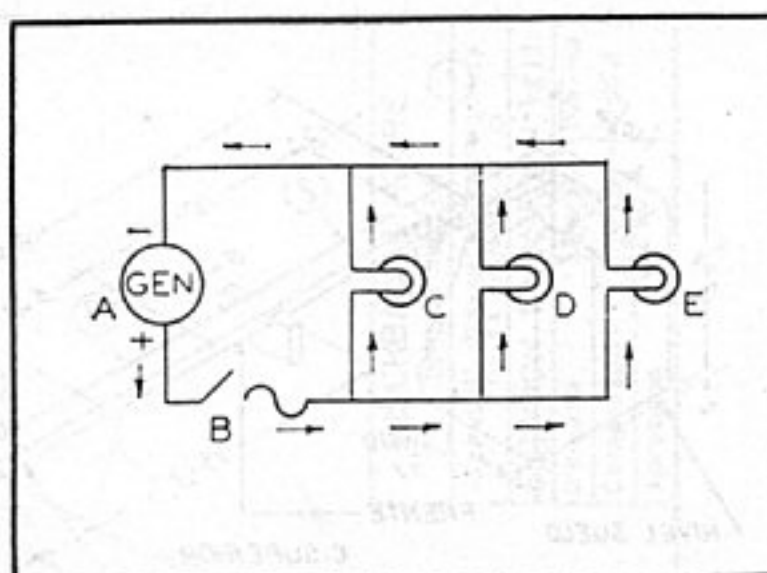


Fig. 18-9 Esquema de un circuito en paralelo. Prob. R.5.

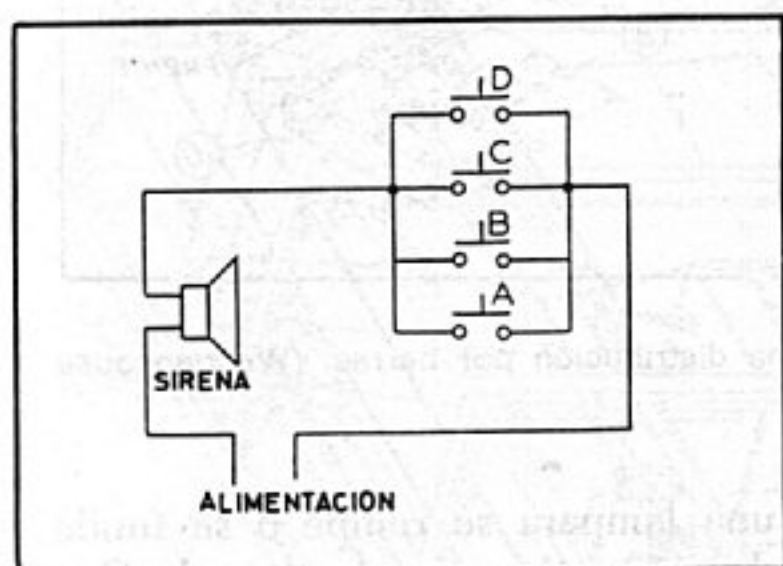


Fig. 18-10 Esquema de un circuito en paralelo. Prob. R.6.

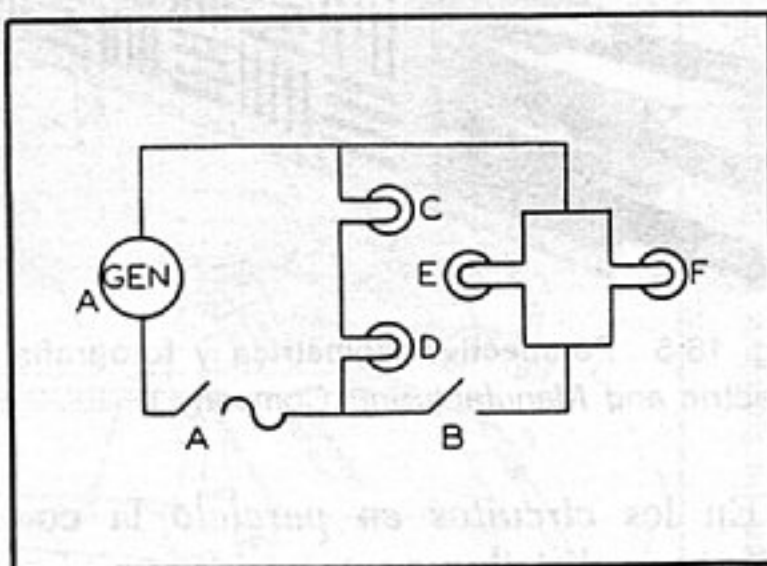


Fig. 18-11 Combinación de circuitos en serie y en paralelo. Prob. R.7.

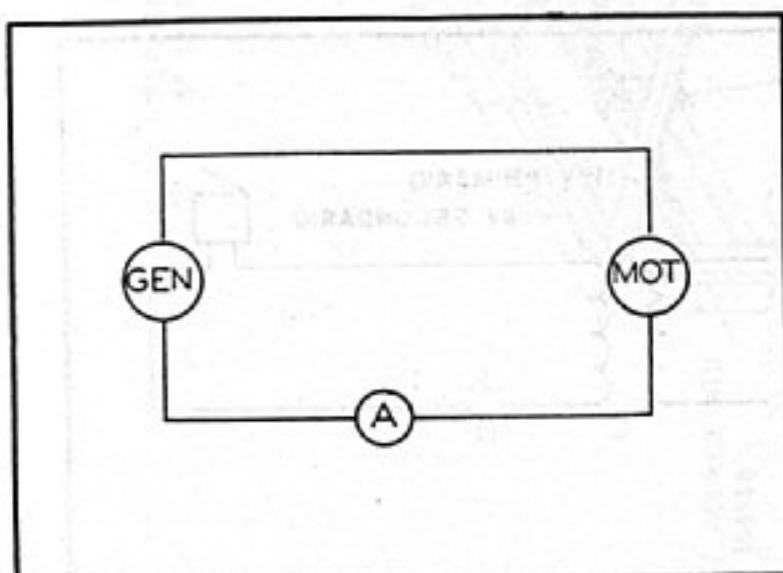


Fig. 18-12 Conexión en serie de un amperímetro. Prob. R.8.

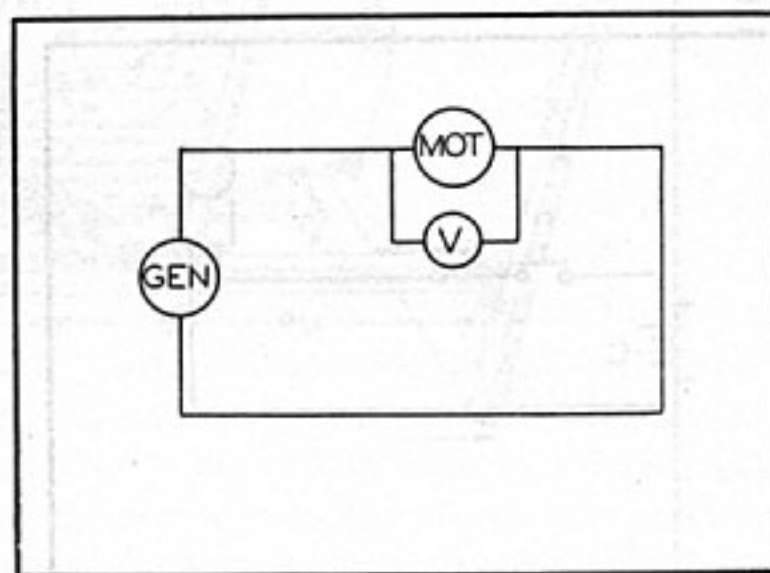


Fig. 18-13 Conexión en paralelo de un voltímetro. Prob. R.9.

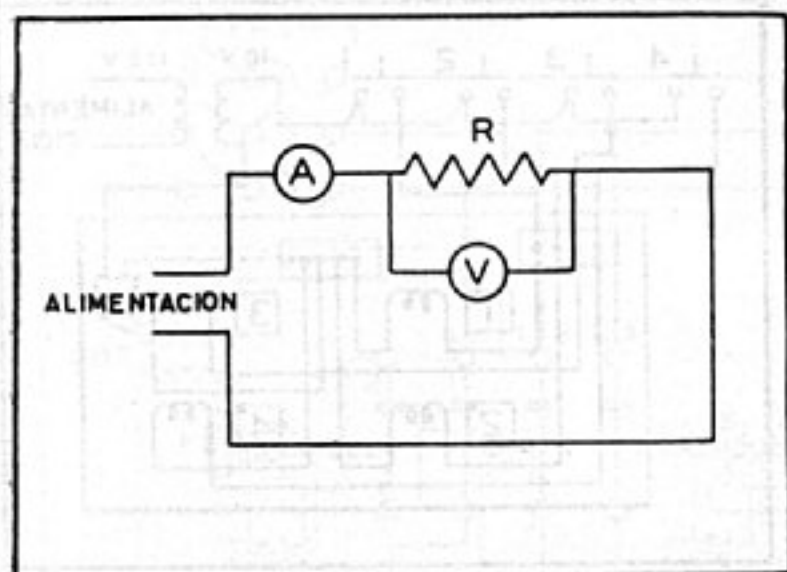


Fig. 18-14 Conexión de un amperímetro y un voltímetro. Prob. R-10.

En la figura 18-10 aparece una sirena. Puede ser accionada por cualquiera de los pulsadores A, B, C o D que están conectados en paralelo. Una aplicación de este circuito podría encontrarse, por ejemplo, en un sistema de alarma, con los pulsadores estratégicamente distribuidos detrás de los mostradores, en la caja, etc., para el caso de robo. Obsérvese que el símbolo de la sirena es el mismo que el de un altavoz (fig. 18-2). En este caso se ha añadido la palabra «sirena» para evitar confusiones.

En los *circuitos mixtos* caben muchas posibilidades de combinación de elementos en serie y en paralelo. En la figura 18-11 las lámparas C y D están en serie mientras que las E y F están en paralelo. Si se cierra el interruptor A se encenderán las dos lámparas C y D, puesto que están en serie. Si están simultáneamente cerrados los interruptores A y B, alumbrarán todas las lámparas (C, D, E y F). Las lámparas E y F son independientes. Si falla una, la otra permanecerá alumbrada puesto que está en paralelo. Sin embargo, como las lámparas C y D están en serie, tal como sucede con el árbol de Navidad, si falla una se apaga también la otra.

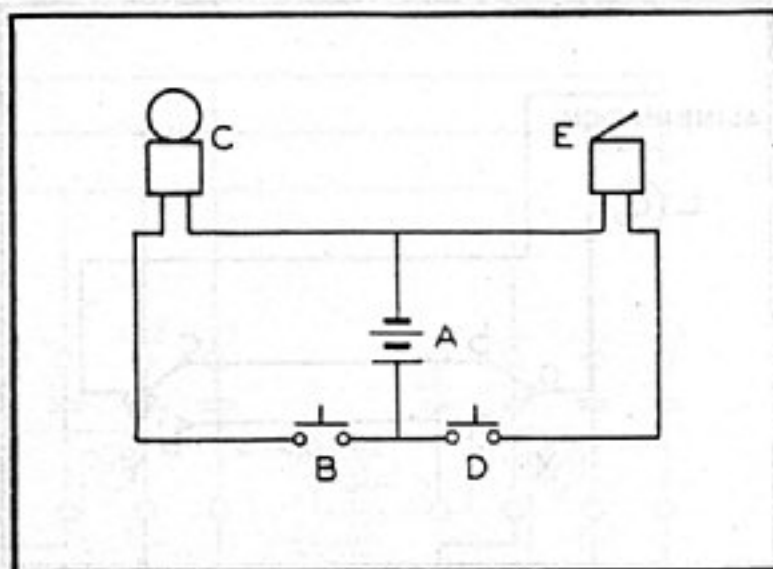


Fig. 18-15 Circuito con un timbre y un zumbador. Prob. R-11.

18-6 Instrumentos de medida. Los hay de muy diferentes clases. Los dos básicos son el *amperímetro* y el *voltímetro*. El amperímetro sirve para medir la intensidad de la corriente en amperios. Para medir la intensidad que circula a través de una resistencia el amperímetro se conecta directamente en serie con la resistencia, tal como se indica en la figura 18-12 en el caso de un motor. El voltímetro es un instrumento que sirve para medir la fuerza electromotriz (tensión) en voltios. El voltímetro se conecta en paralelo con los puntos del circuito entre los cuales se quiere medir la tensión, como se ve en la figura 18-13.

En la figura 18-14 se ven un amperímetro y un voltímetro conectados en un circuito para medir la corriente que circula por la resistencia R y la caída de tensión que se produce en el paso por la misma.

18-7 Algunos circuitos eléctricos. En la figura 18-15, el timbre C y el zumbador E son accionados independientemente a partir de una misma batería A por medio de los pulsadores B y D.

En la figura 18-16 la corriente se

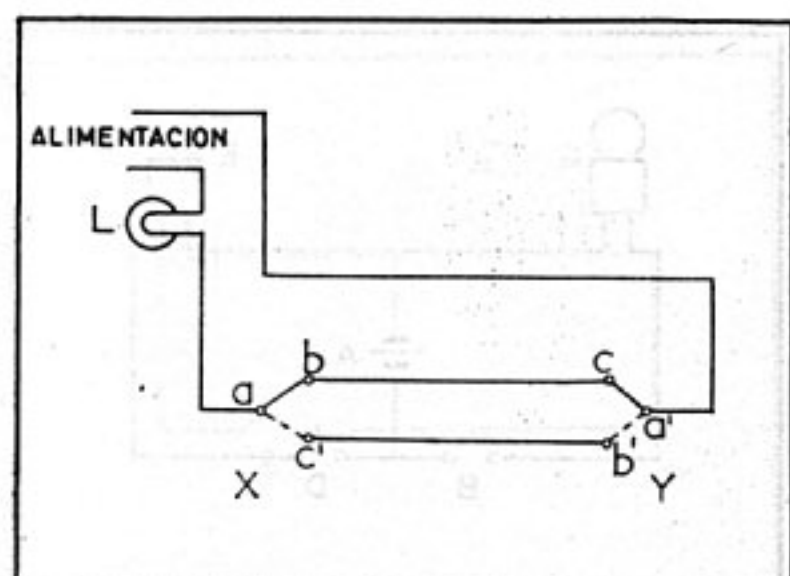


Fig. 18-16 Circuito con dos interruptores de tres bornes. Prob. R.12.

toma de una fuente exterior. Con ayuda de los interruptores X e Y de tres bornes, la lámpara L puede encenderse o apagarse indistintamente con cada uno de ellos. El interruptor X puede estar en el garaje y el Y dentro de la vivienda. En la posición indicada en la figura, la luz está encendida. Si se cambia la posición de uno de los in-

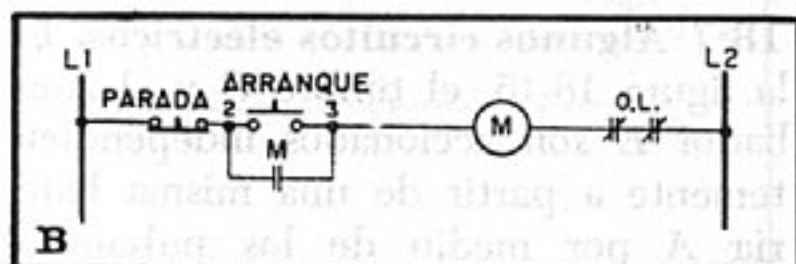
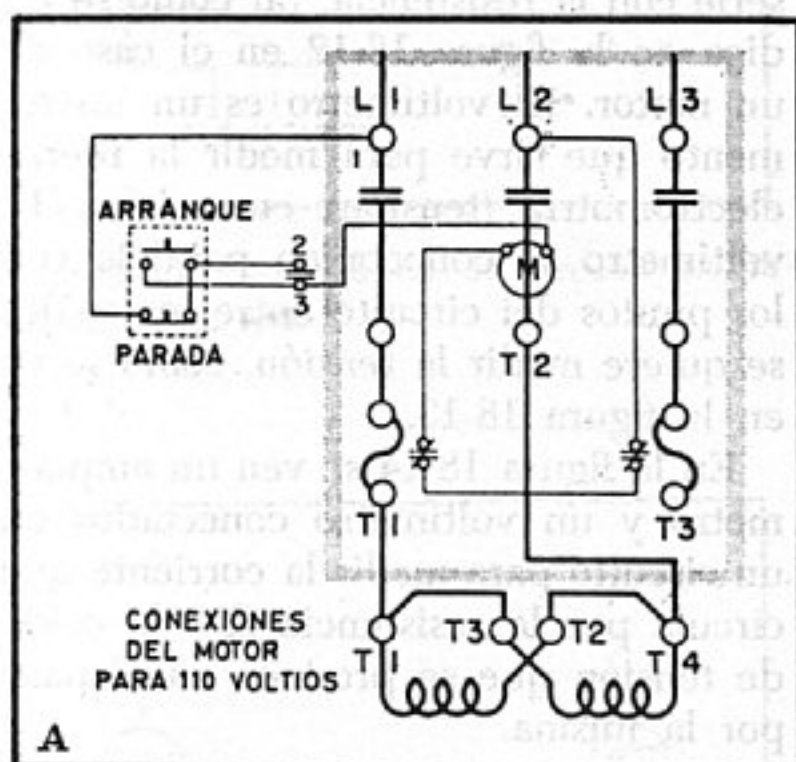


Fig. 18-18 Arrancador monofásico. Prob. R.20.

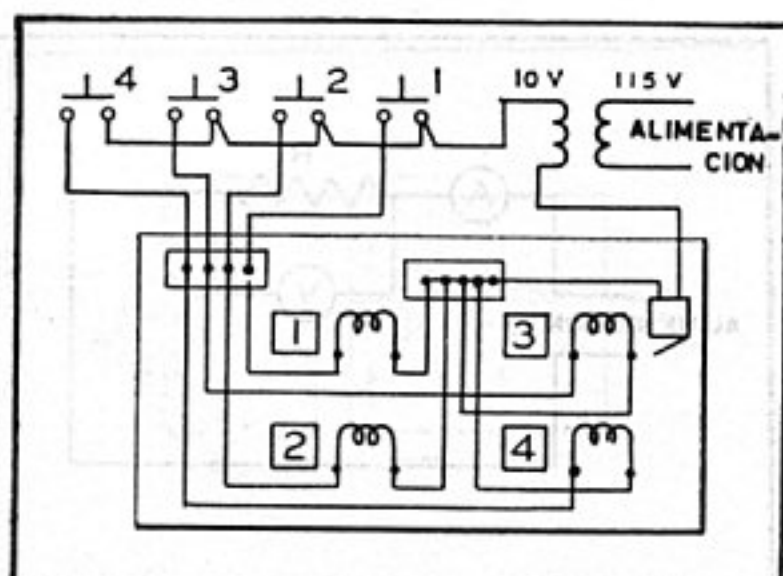


Fig. 18-17 Circuito de un anunciador. Prob. R.13.

terruptores, la luz se apagará, pero volverá a encenderse accionando otra vez cualquiera de los mismos.

En la figura 18-17 se muestra el esquema eléctrico de un anunciador (un dispositivo para indicar a una centralita el punto desde donde se llama). Cuando se aprieta cualquiera de los botones, es accionado el zumbador. Cada botón mueve su plaquita correspondiente, haciendo visible el número de identificación, lo que permite saber cuál ha sido el botón que se ha pulsado. Señálense los circuitos correspondientes a cada uno de los botones. La fuente de alimentación es el secundario de un transformador reductor.

En la 18-18, en A, se presenta el esquema de conexiones de un arrancador para motor, mientras que en B se presenta el mismo esquema, mucho más simplificado, a base de una sola línea. El arrancador de los motores tiene las siguientes funciones:

- 1) Proporcionar apropiada protección contra las sobrecargas permanentes. Es un tipo de *protección térmica* que no puede ser cumplida por los fusibles ordinarios.
- 2) Permitir el control a distancia por medio de botones de acción manual de arranque-parada, o dispositivos

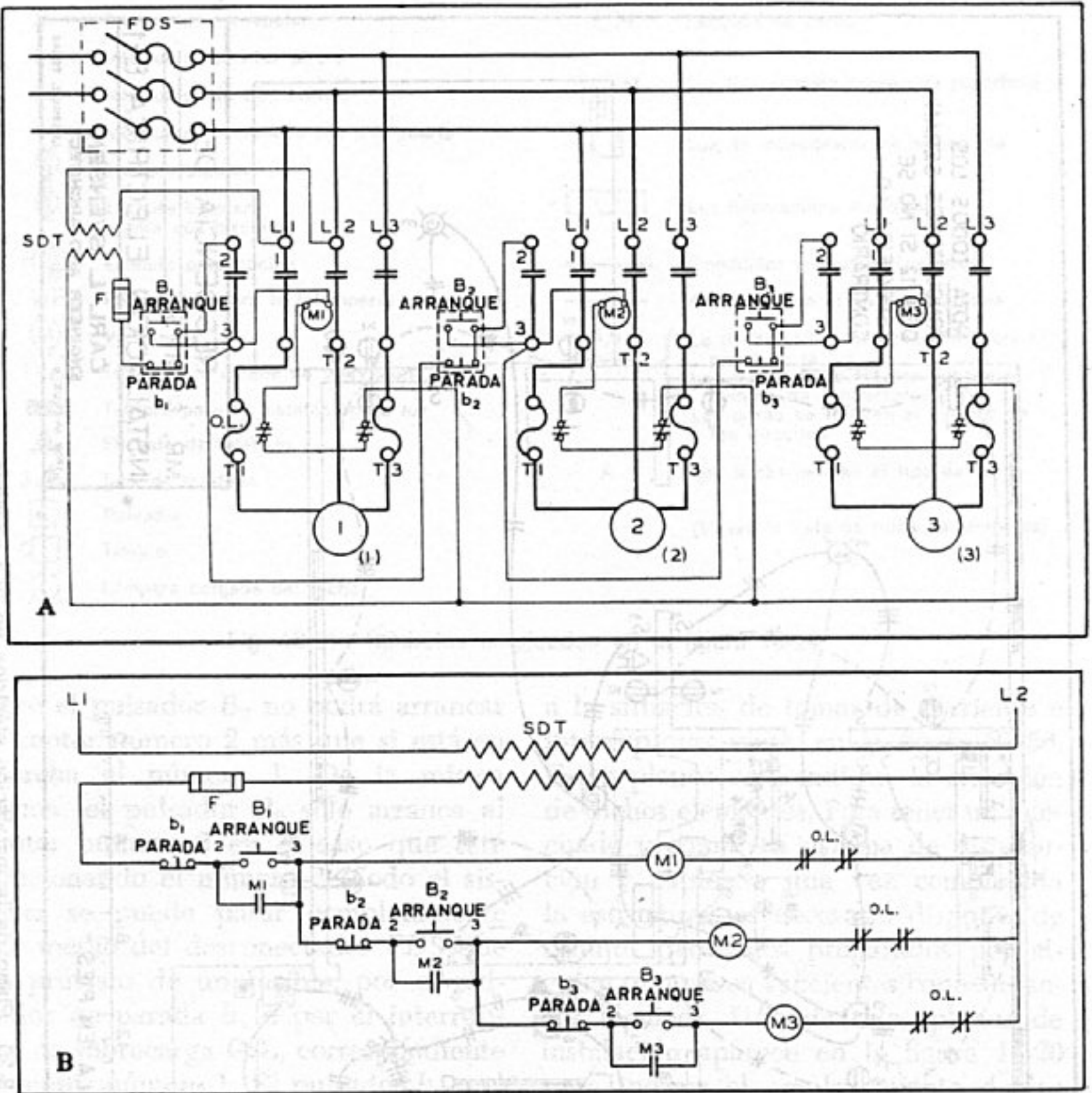


Fig. 18-19 Sistema de transporte con tres motores. Prob. R-21.

automáticos tales como termostatos, presostatos, limitadores, etc.

- 3) Permitir el control secuencial. Ello se ilustra en la figura 18-19.

En dicha figura tenemos, en A, el esquema completo y en B el esquema simplificado, unifilar. Se trata del control secuencial de un sistema de transporte accionado por tres motores independientes. Nótese que las líneas más finas se refieren a los circuitos de control mientras que las líneas más gruesas se refieren a los circuitos de fuerza,

con toda la tensión. El bajo voltaje se obtiene por medio del transformador reductor SDT.

Un transformador es un aparato eléctrico que sirve para cambiar el voltaje de una corriente alterna, el tipo de corriente más usual en los sistemas eléctricos. En este caso el transformador reduce el voltaje de la red a un valor más bajo.

En la figura 18-19, en A (rectángulo superior), el pulsador de arranque B_1 pondrá en marcha el motor número 1,

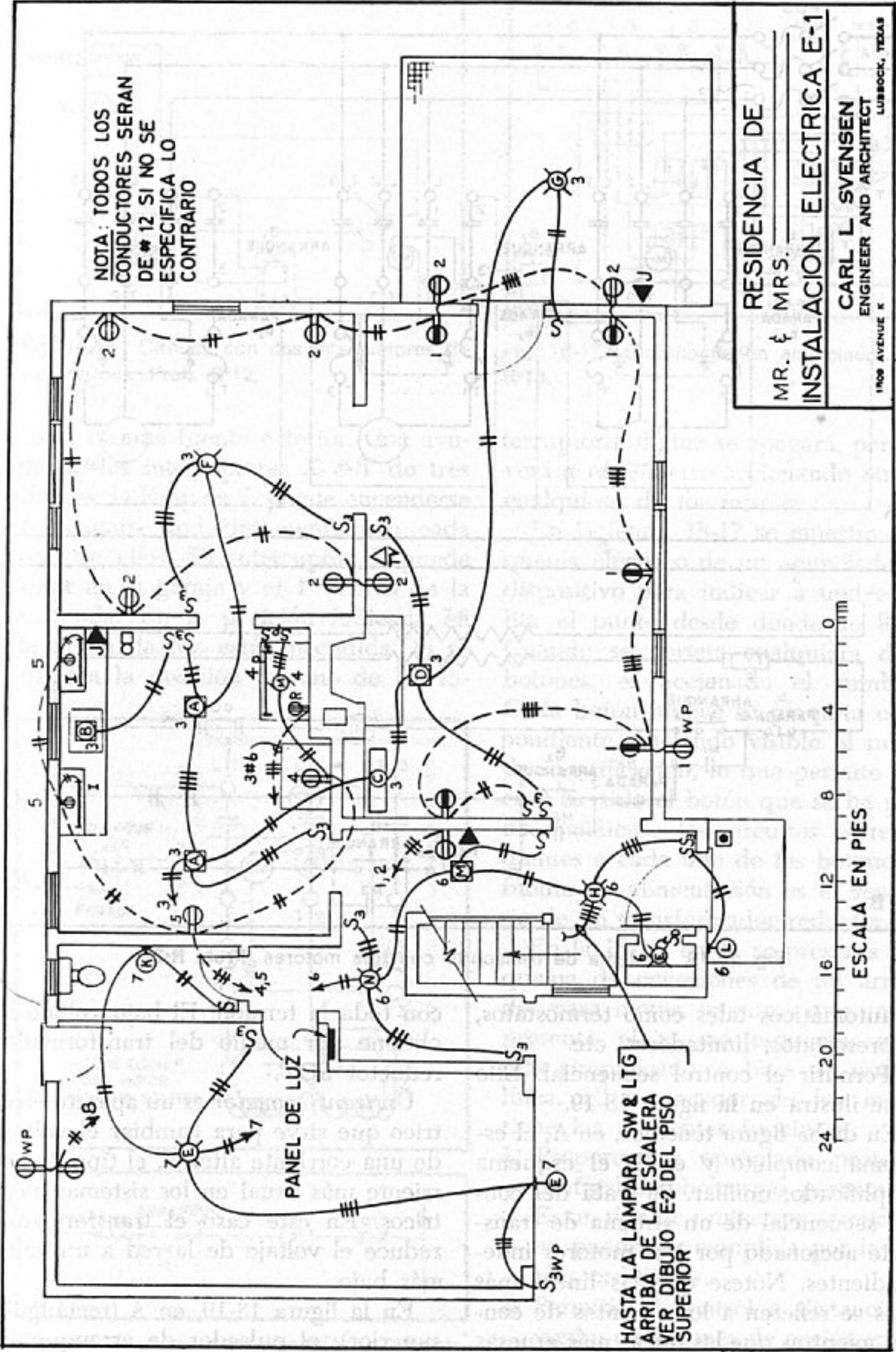


Fig. 18-20 Plano de la instalación eléctrica de una vivienda.

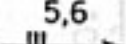
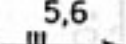
S	Interruptor monopolar		Lámpara de pared
S _p	Interruptor con luz piloto		Luz fluorescente sobre una superficie
S ₃	Interruptor de tres bornes		Luz de incandescencia empotrada
S _D	Interruptor accionado por una puerta		Luz fluorescente empotrada
	Enchufe bipolar		Conductor en techo y paredes
	Enchufe bipolar para dos circuitos		Conductor en el suelo y paredes
R	Enchufe para cocina		La flecha indica la dirección hacia el panel de la luz Los trazos transversales indican el número de conductores Las cifras se refieren al número de los circuitos
WP	Protegido contra la intemperie		
	Ventilador		
TV	Toma de la antena de televisión		Las letras indican el tipo de luz
	Tablero para la instalación de luz		(Véase la lista de tipos de lámparas)
	Enchufe de teléfono		
J	Jack de teléfono		
	Pulsador		
	Timbre		
	Lámpara colgada del techo		

Fig. 18-21 Símbolos empleados en la figura 18-20.

pero el pulsador B_2 no podrá arrancar al motor número 2 más que si está en marcha el número 1. De la misma forma, el pulsador B_3 sólo arranca al motor número 3 en el caso que esté funcionando el número 2. Todo el sistema se puede parar completamente por medio del desconectador *FDS* que va provisto de un fusible, por el pulsador de parada b_1 o por el interruptor de sobrecarga O.L. correspondiente al motor número 1. El pulsador b_2 o el interruptor de sobrecarga del motor número 2 servirán para parar los motores 2 y 3. El botón b_3 o el protector de sobrecarga del motor 3 sirven para parar este último motor. El fusible *F* sirve para proteger el circuito de control a baja tensión.

En el rectángulo inferior B se ha dibujado el mismo diagrama unifilar del circuito anterior. El fusible *F* es el de protección en baja tensión.

18.8 Instalaciones eléctricas en los edificios. Un ejemplo de las indicaciones que hace el arquitecto en cuanto

a la situación de tomas de corriente e interruptores viene en la figura 21-56. Estos planos sólo indican la situación de dichos elementos. Para tener un adecuado y completo sistema de distribución y cableado una vez completada la estructura, es necesario disponer de dibujos detallados preparados por alguien que posea suficientes conocimientos técnicos. Uno de tales planos de instalación aparece en la figura 18-20 para indicar el emplazamiento de los conductores, etc., en la planta baja de un chalet de dos pisos. En la figura 18-21 se presenta una lista de los símbolos empleados. En la figura 18-22 se muestra un diagrama vertical de los dos pisos. Los diagramas verticales sirven para mostrar la interconexión entre los varios puntos de toma de corriente de un sistema. El emplazamiento exacto de dichas tomas se indica en los planos en planta, pero no las interconexiones. Se hace así para simplificar los dibujos.

En las especificaciones se indicará la calidad y tipo de materiales y la acep-

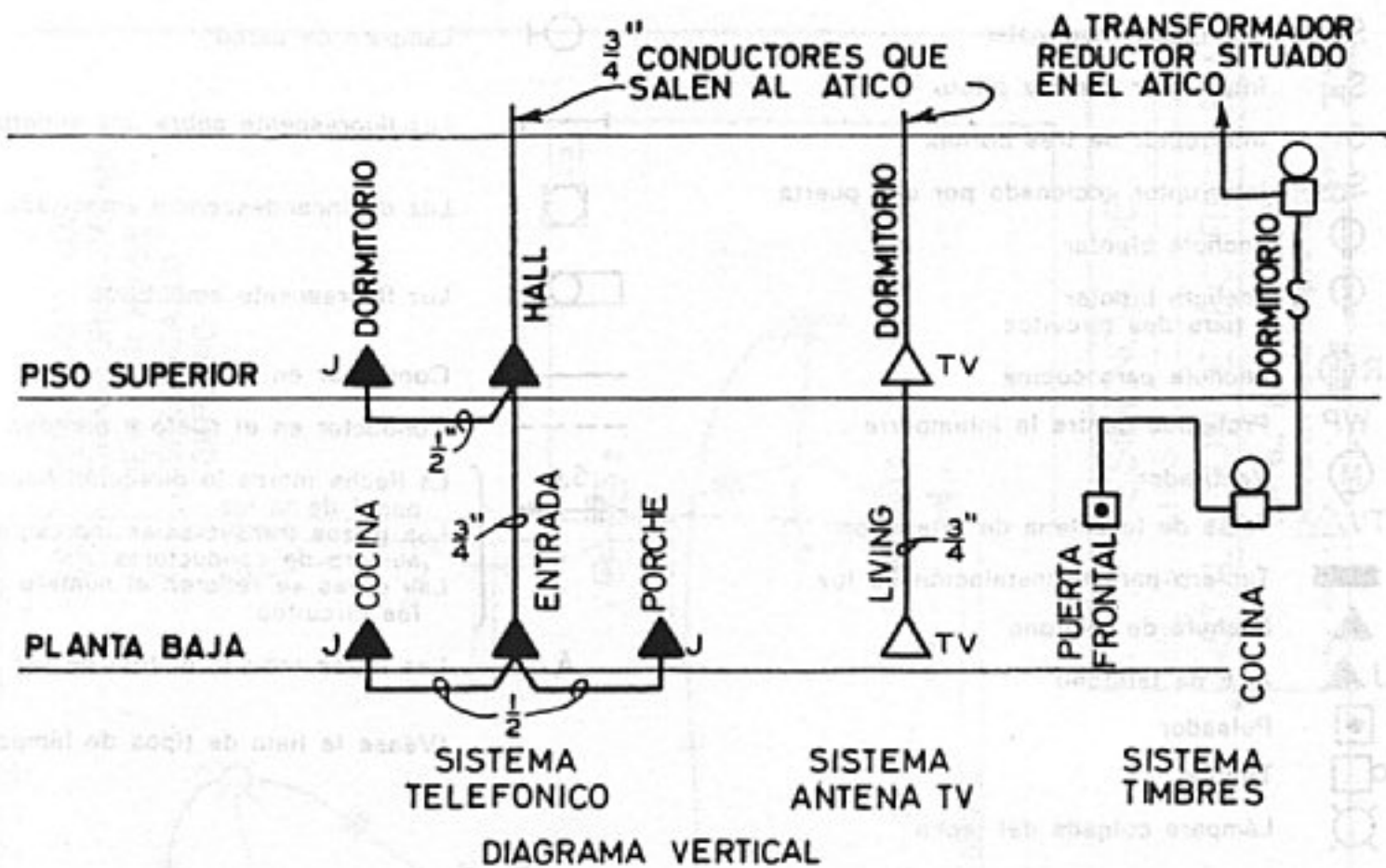


Fig. 18-22 Diagrama vertical.

TIPOS DE LÁMPARAS

TIPO	DESCRIPCIÓN ACCESORIOS	LÁMPARA	OBSERVACIONES
A	Marco # J1-95P	150 W	Empotrada
B	Marco # J8-106P	100 W	Empotrada
C	Fluorescente industrial	30 W Fluorescente	Empotrada
D	Marco # J121P	150 W R40	Empotrada
E	Portalámparas porcelana s. llave	60 W	
F	Lightolier # 7936	150 W	
G	Lightolier # 6464	150 W	
H	Lightolier # 4085	12-6 W(656)	
I	Faja fluorescente	30 W Fluorescente	Montada bajo armario cocina, con interruptor
K	Lightolier # 4305	2-60 W	Con toma de corriente
L	Marco # 924SC	75 W	
M	Marco # J1-96P	100 W	Empotrada
N	Lightolier # 4321	2-60 W	
P	Faja fluorescente	30 W	En el ventilador

Fig. 18-23 Lista de lámparas.

tabilidad de los trabajos efectuados.

La lista de materiales dada en la figura 18-23 ilustra sobre la información requerida para la residencia que aparece en la figura 18-20.

18.9 Esquemas de circuitos electrónicos. Los esquemas de radio pueden ser de la sencillez del presentado en la figura 18-1 a base de una sola válvula o pueden ser complicados en ex-

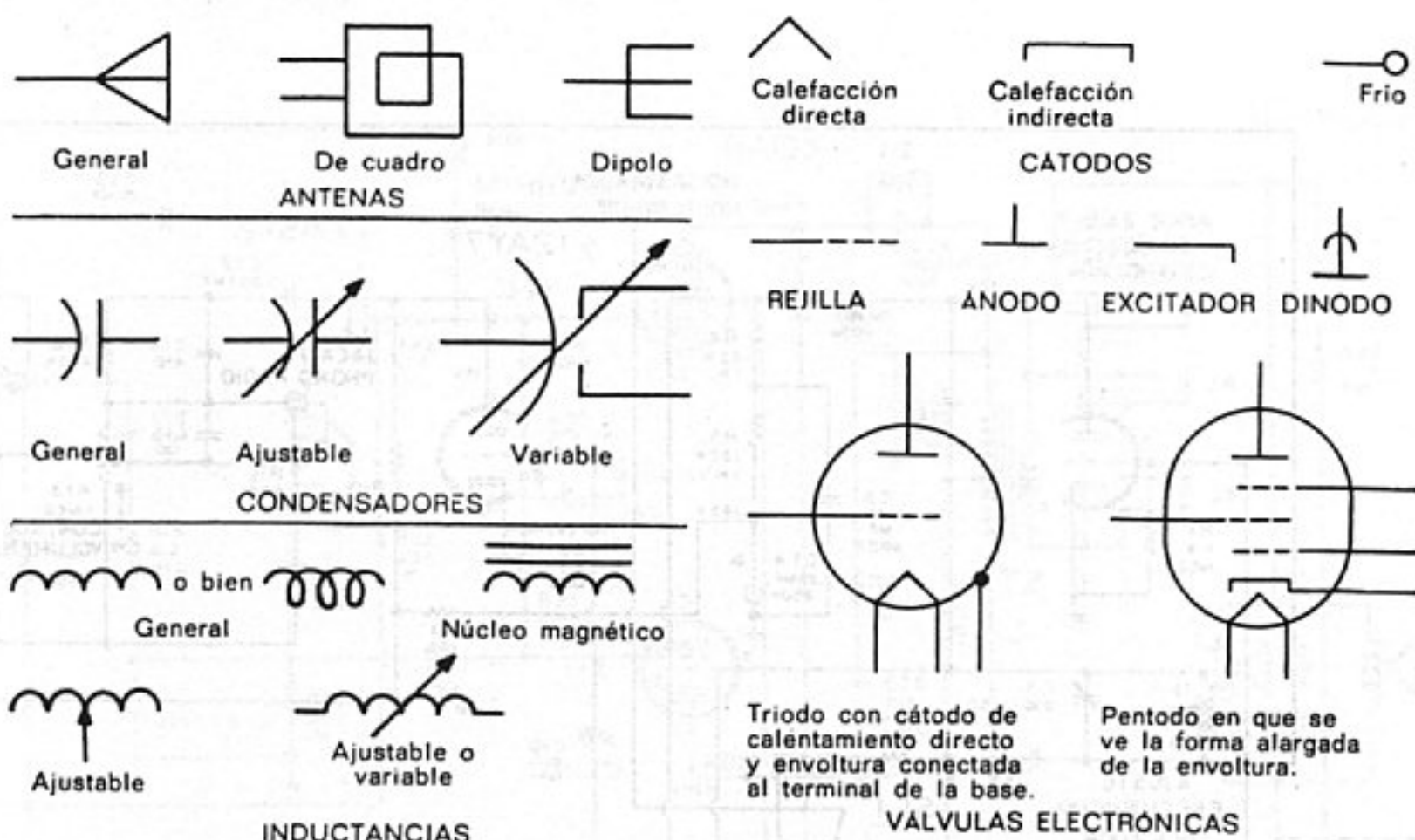


Fig. 18-24 Símbolos eléctricos. (Extractados de las American Standards: «Graphical Symbols for Electrical Diagrams», ASA Y 32.2-1954.)



Fig. 18-25 El técnico diseñador. (Del libro «Understanding Radio», de H. M. Watson, H. E. Welch, G. S. Eby.)

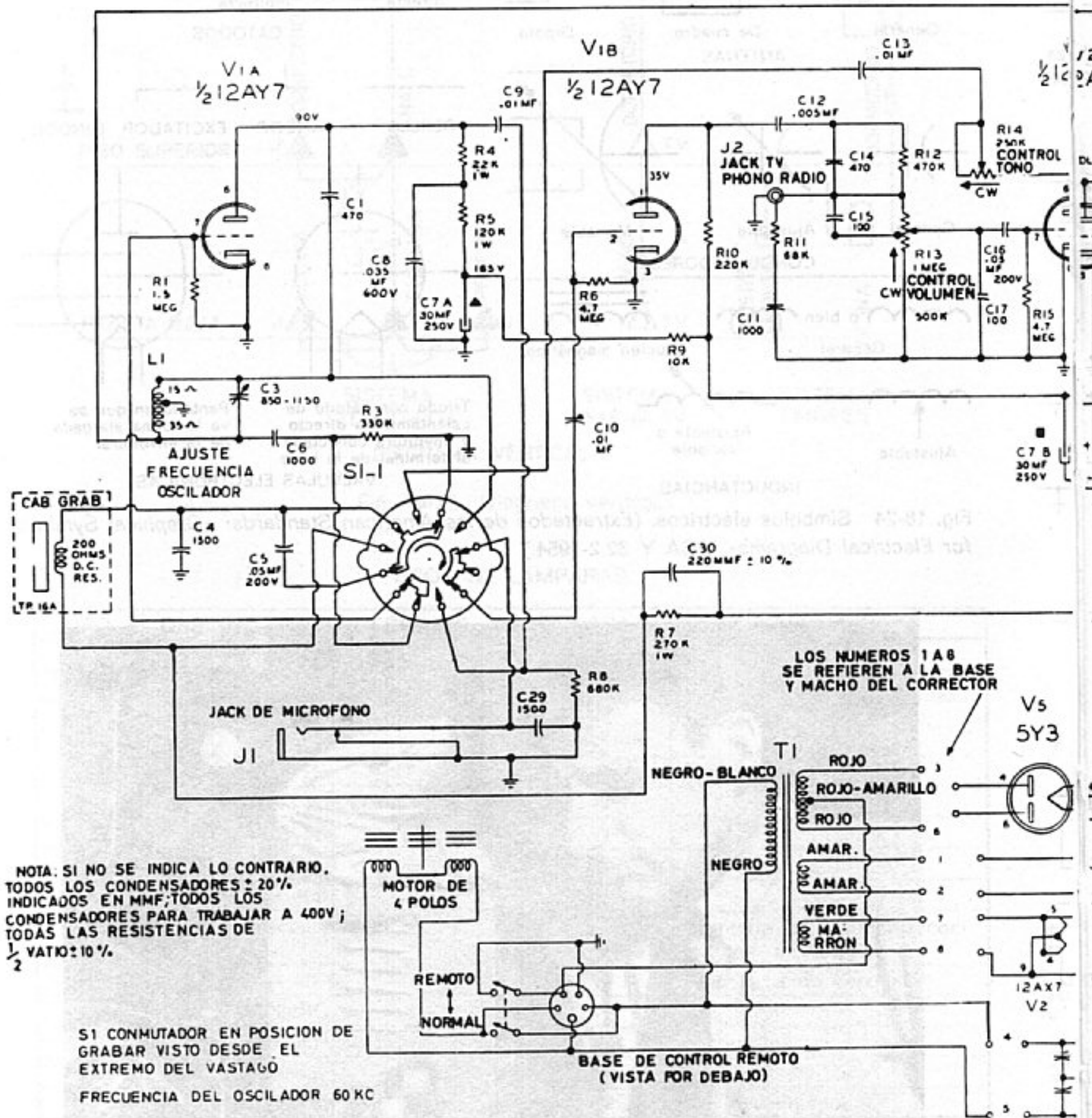
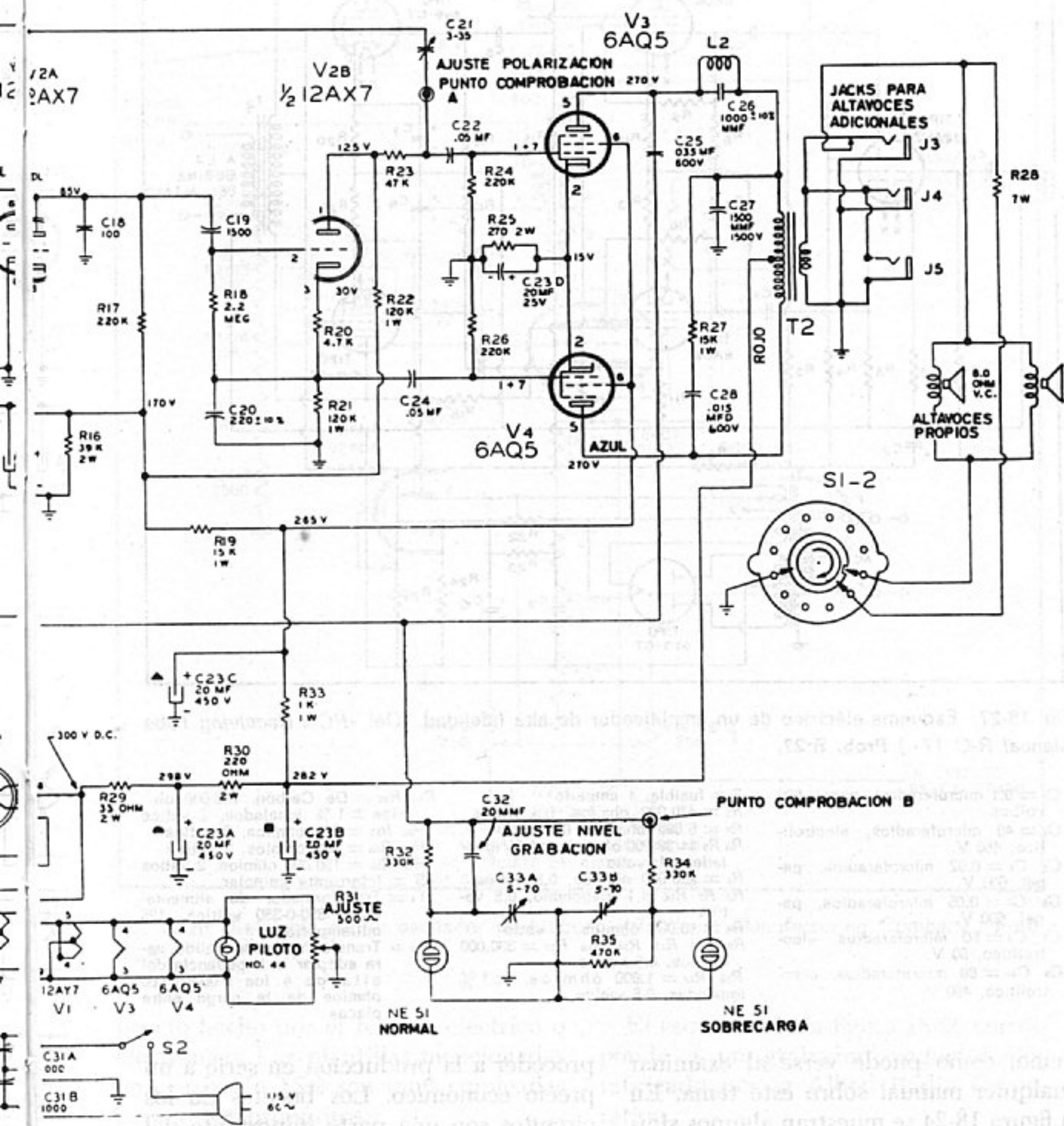


Fig. 18-26 Grabador magnético, modelo 96R x 635.



(Allied Radio Corporation.) Prob. R-30.

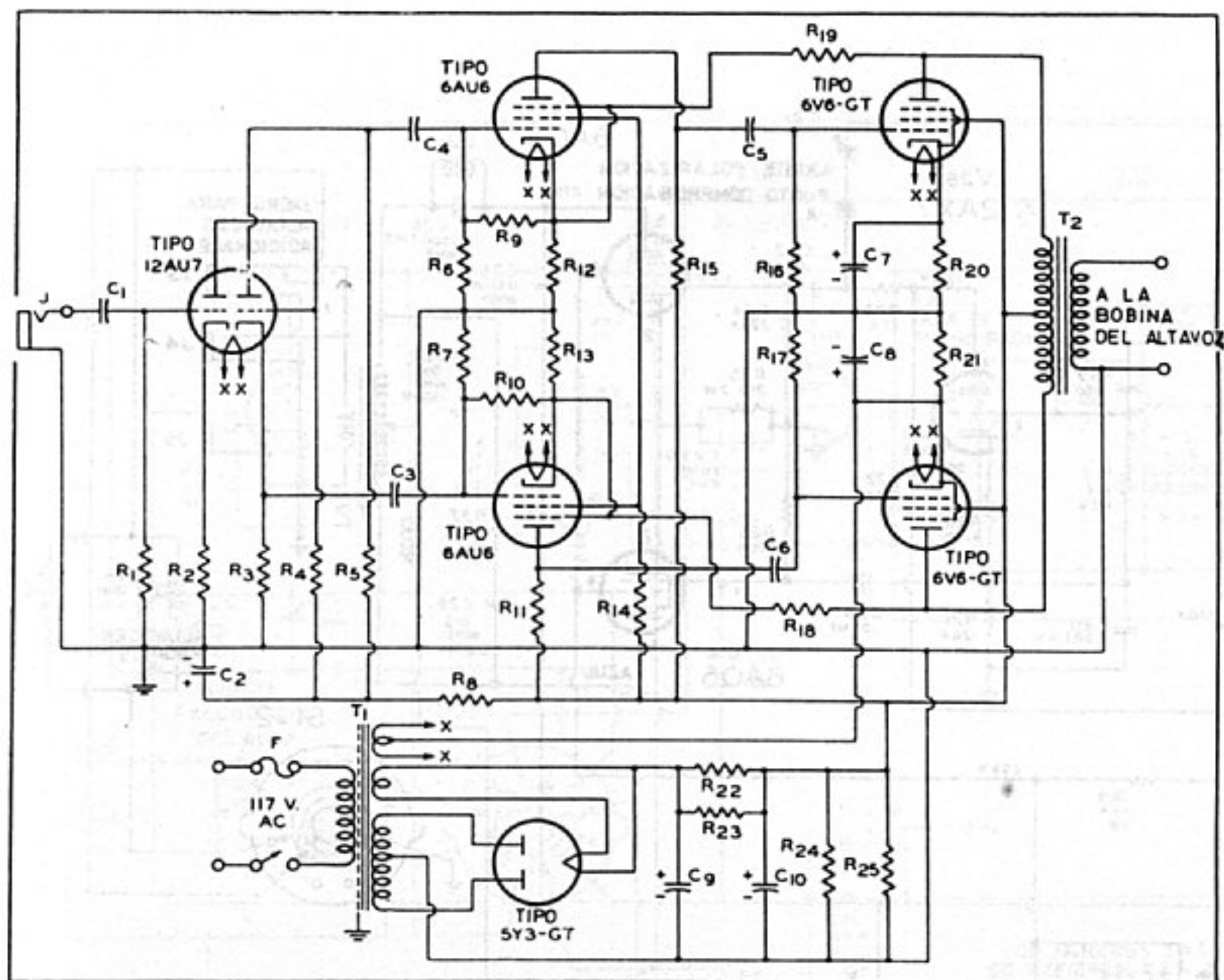


Fig. 18-27 Esquema eléctrico de un amplificador de alta fidelidad. (Del «RCA Receiving Tube Manual R-C 17».) Prob. R-27.

$C_1 = 0,1$ microfaradios, papel, 600 voltios
 $C_2 = 40$ microfaradios, electrolítico, 450 V.
 $C_3, C_4 = 0,02$ microfaradios, papel, 600 V.
 $C_5, C_6 = 0,05$ microfaradios, papel, 600 V.
 $C_7, C_8 = 50$ microfaradios, electrolítico, 50 V.
 $C_9, C_{10} = 80$ microfaradios, electrolítico, 450 V.

$F =$ fusible, 1 amperio
 $R_1 = 470.000$ ohmios, 0,5 vatios
 $R_2 = 6.800$ ohmios, 0,5 vatios
 $R_3, R_5 = 39.000$ ohmios $\pm 1\%$ iguales, 1 vatio
 $R_4 = 220.000$ ohmios, 0,5 vatios
 $R_6, R_7, R_{14} = 1$ megohmio, 0,5 vatios
 $R_8 = 10.000$ ohmios, 1 vatio
 $R_9, R_{10}, R_{11}, R_{15}, R_{16}, R_{17} = 330.000$ ohmios, 0,5 vatios
 $R_{12}, R_{13} = 1.800$ ohmios, $\pm 1\%$ iguales, 0,5 vatios

$R_{18}, R_{19} =$ De Carbón, 100.000 ohmios $\pm 1\%$ iguales, 2 vatios
 $R_{20}, R_{21} = 510$ ohmios, 2 vatios
 $R_{22}, R_{23} = 390$ ohmios, 2 vatios
 $R_{24}, R_{25} = 150.000$ ohmios, 2 vatios
 $S =$ Interruptor unipolar
 $T_1 =$ Transformador de alimentación, 350-0-350 voltios, 125 miliamperios
 $T_2 =$ Transformador de salida para adoptar la impedancia del altavoz a los 9.000-10.000 ohmios de la carga entre placas

tremo, como puede verse al examinar cualquier manual sobre este tema. En la figura 18-24 se muestran algunos símbolos American Standards.

En la figura 18-25 un técnico está probando un circuito de radio con las unidades montadas sobre un tablero. Los diferentes elementos pueden cambiarse con facilidad hasta obtener la calidad de recepción requerida para

proceder a la producción en serie a un precio económico. Los bocetos de los circuitos son una parte importante del proyecto, y los delineantes trabajan a partir de ellos.

Los dibujos de esquemas eléctricos o electrónicos pueden ser muy complicados, como se ve en las figuras 18-26 a 18-29. Tales dibujos los traza generalmente un dibujante, a partir de un

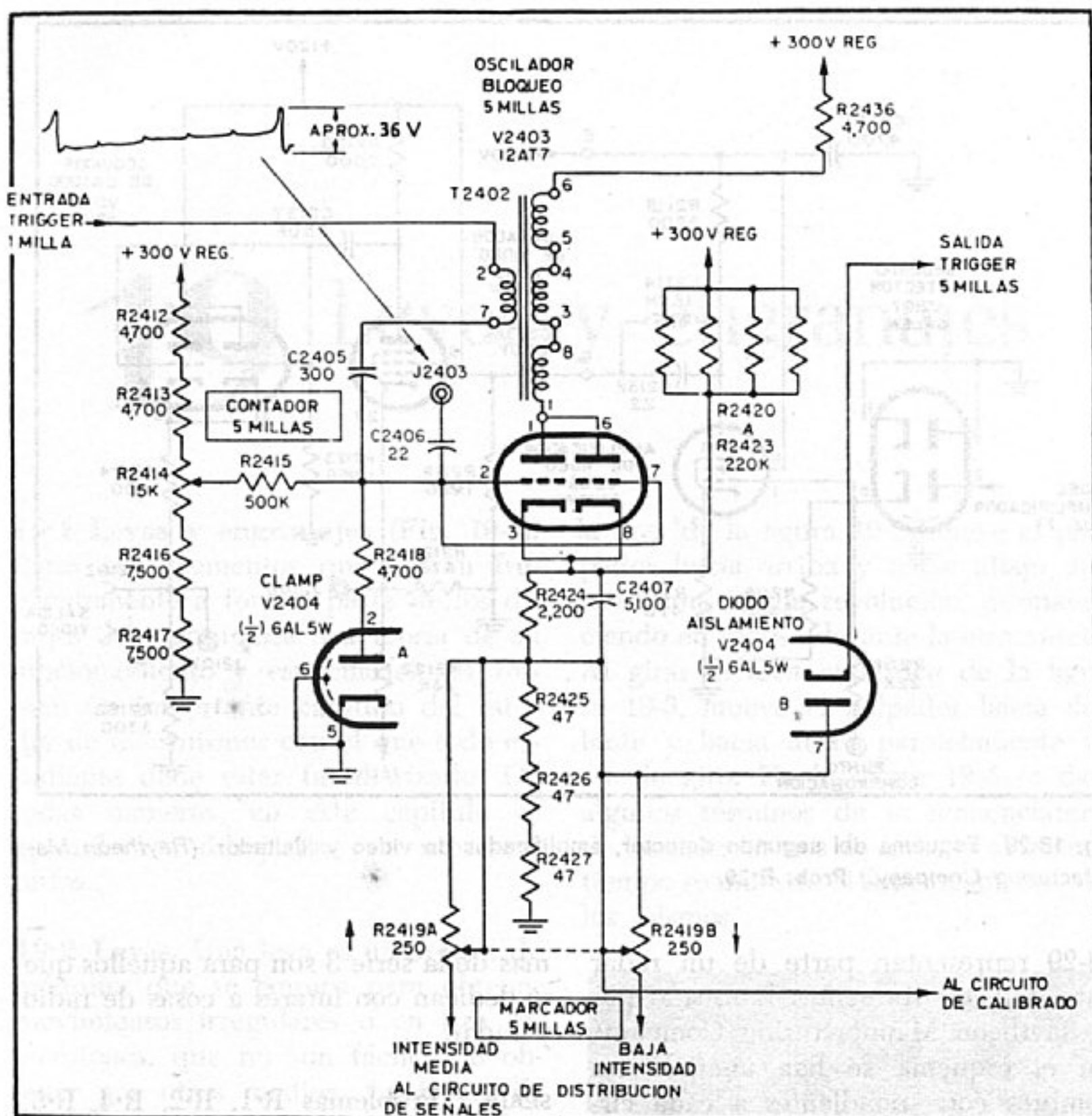


Fig. 18-28 Esquema de un oscilador de bloqueo. (Raytheon Manufacturing Company.) Prob. R-28.

boceto hecho por el técnico eléctrico o electrónico. Las plantillas mencionadas en el párrafo 18-2 son muy empleadas para estos propósitos.

En la actualidad los dibujos de circuitos electrónicos se componen de varias partes o circuitos parciales que son combinados por el proyectista para obtener el diseño adecuado, igual que un edificio o una máquina están formados por diversos componentes.

El esquema de la figura 18-26 corresponde a un grabador magnetofónico fabricado por la Allied Radio Corporation.

El esquema del amplificador de alta fidelidad mostrado en la figura 18-27 es a base de las válvulas clásicas y otros componentes electrónicos. Ilustra una de las importantes aplicaciones de este tipo de válvulas electrónicas.

Los esquemas de las figuras 18-28 y

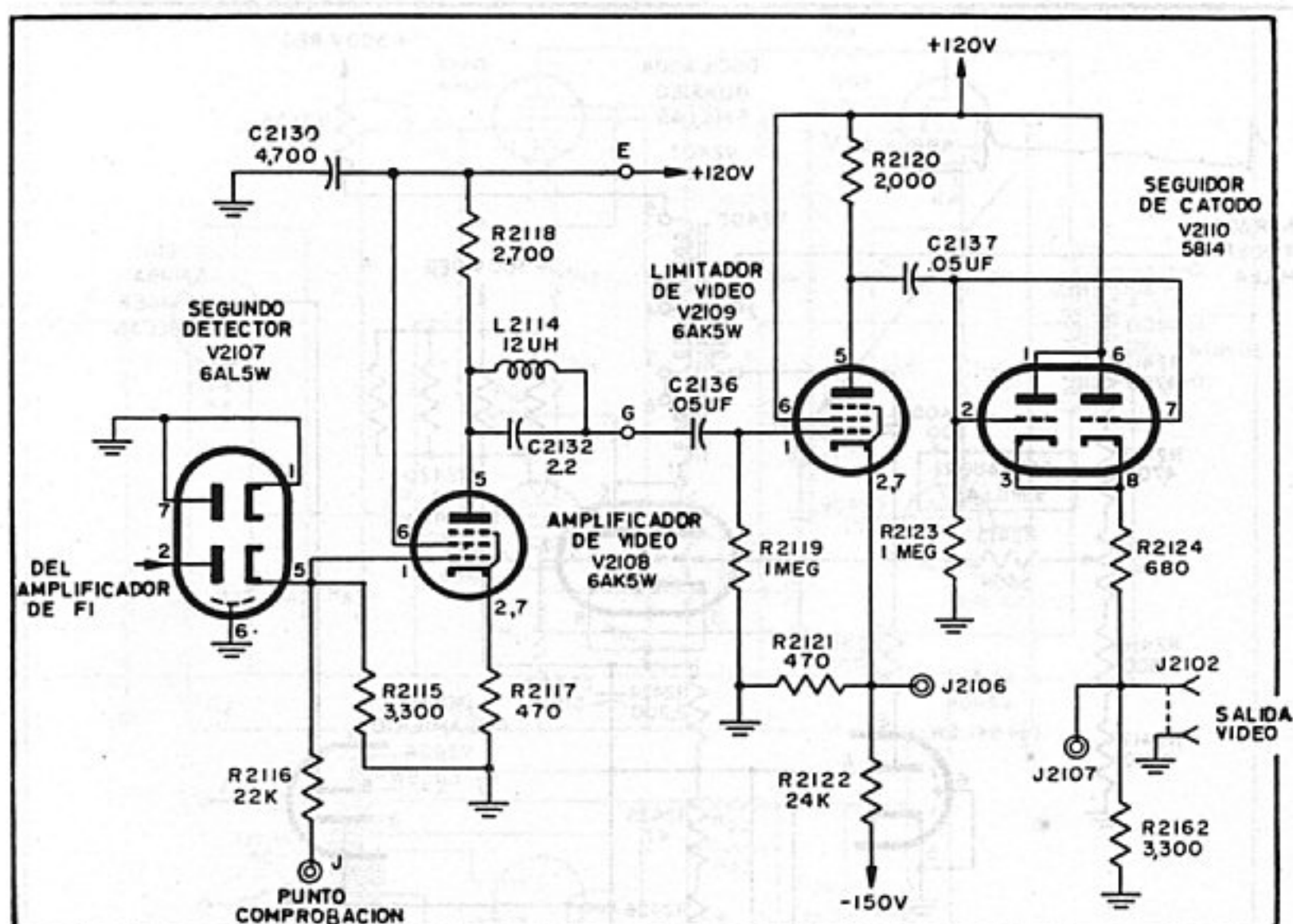


Fig. 18-29 Esquema del segundo detector, amplificador de video y limitador. (Raytheon Manufacturing Company.) Prob. R-29.

18-29 representan parte de un radar para detectar tormentas fabricado por la Raytheon Manufacturing Company. En el esquema se han anotado los nombres correspondientes a cada circuito parcial.

18-10 Problemas propuestos. Grupo R, página 498. Se presentan 3 series. La serie 1 incluye problemas elementales. La 2 contiene problemas algo más avanzados, para estudiantes con conocimientos de electricidad. Los proble-

mas de la serie 3 son para aquellos que se dedican con interés a cosas de radio y radar.

SERIE 1 Problemas R-1, R-2, R-4, R-5, R-8, R-9, R-11, R-14, R-17, R-22, R-23, R-25

SERIE 2 Problemas R-3, R-6, R-7, R-10, R-15, R-18, R-24, R-26

SERIE 3 Problemas R-12, R-13, R-16, R-19, R-20, R-21, R-27, R-28, R-29, R-30

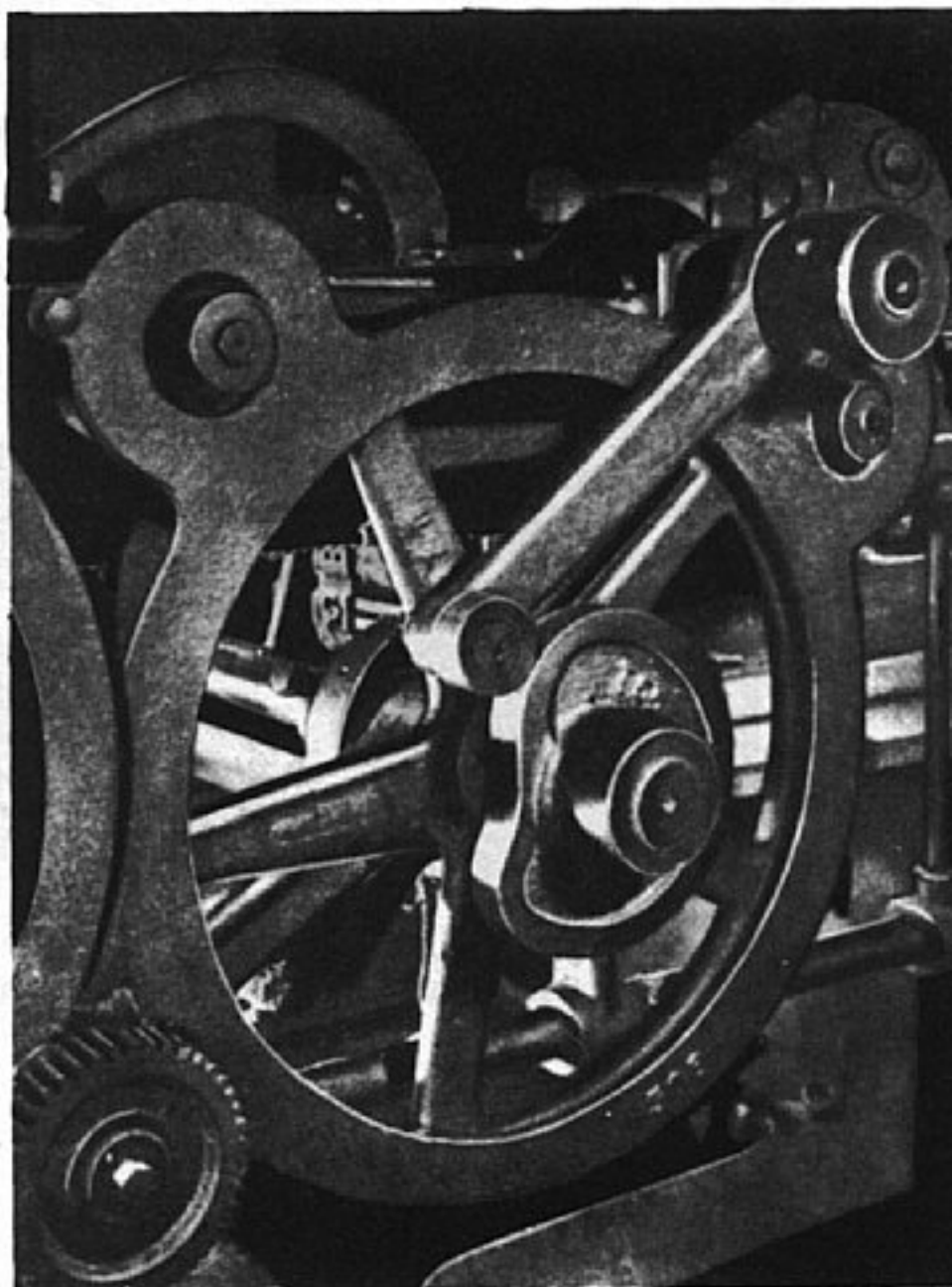
19 Levas y engranajes

19.1 Levas y engranajes (Fig. 19-1). Éstos son elementos que entran frecuentemente a formar parte de los dibujos de maquinaria. La teoría de su funcionamiento y especificaciones forman un importante capítulo del estudio de mecanismos con el que todo estudiante debe estar familiarizado. De todas maneras, en este capítulo se aprenderá a dibujarlos y a representarlos.

19.2 Levas. Una leva es un órgano de máquina que se emplea para obtener movimientos irregulares o en tres dimensiones, que no son fáciles de obtener por otros medios. La forma de las levas viene determinada por el tipo de movimiento que se quiere obtener. En las figuras 19-1 y 19-2 hay unos ejemplos de *levas planas*. Cuando gira

la leva de la figura 19-2 mueve el palpador hacia arriba y hacia abajo durante una media revolución, permaneciendo en reposo durante la otra mitad. Al girar la *leva cilíndrica* de la figura 19-3, mueve el palpador hacia delante y hacia atrás, paralelamente al eje de giro. En la figura 19-4 se dan algunos términos de la nomenclatura de los mecanismos de levas, y al mismo tiempo se muestra el funcionamiento de los mismos.

Fig. 19-1 Mecanismo de leva y palpador. La rueda dentada de la parte inferior izquierda engrana con otra de mayores dimensiones (cubierta con una guarda) fijada a un eje. La leva que se ve en el centro de la figura va montada sobre el mismo eje. Cuando gira la leva, mueve el palpador, que es un rodillo en el extremo de una palanca que pivota por el otro extremo (esquina superior derecha de la figura). (McGill Manufacturing Company, Inc.)



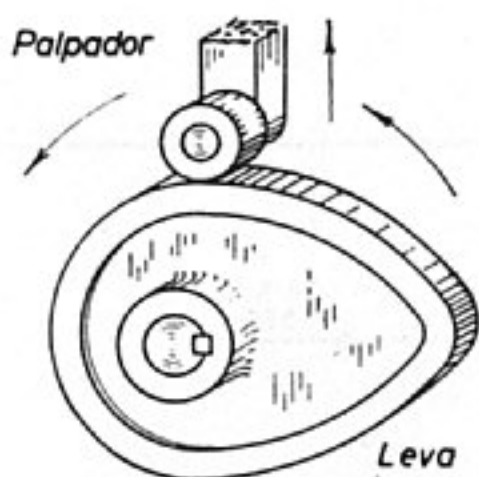


Fig. 19-2 Leva plana.

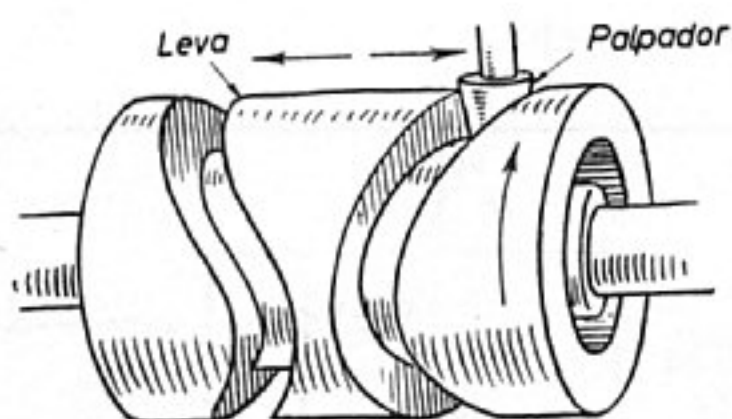


Fig. 19-3 Leva cilíndrica.

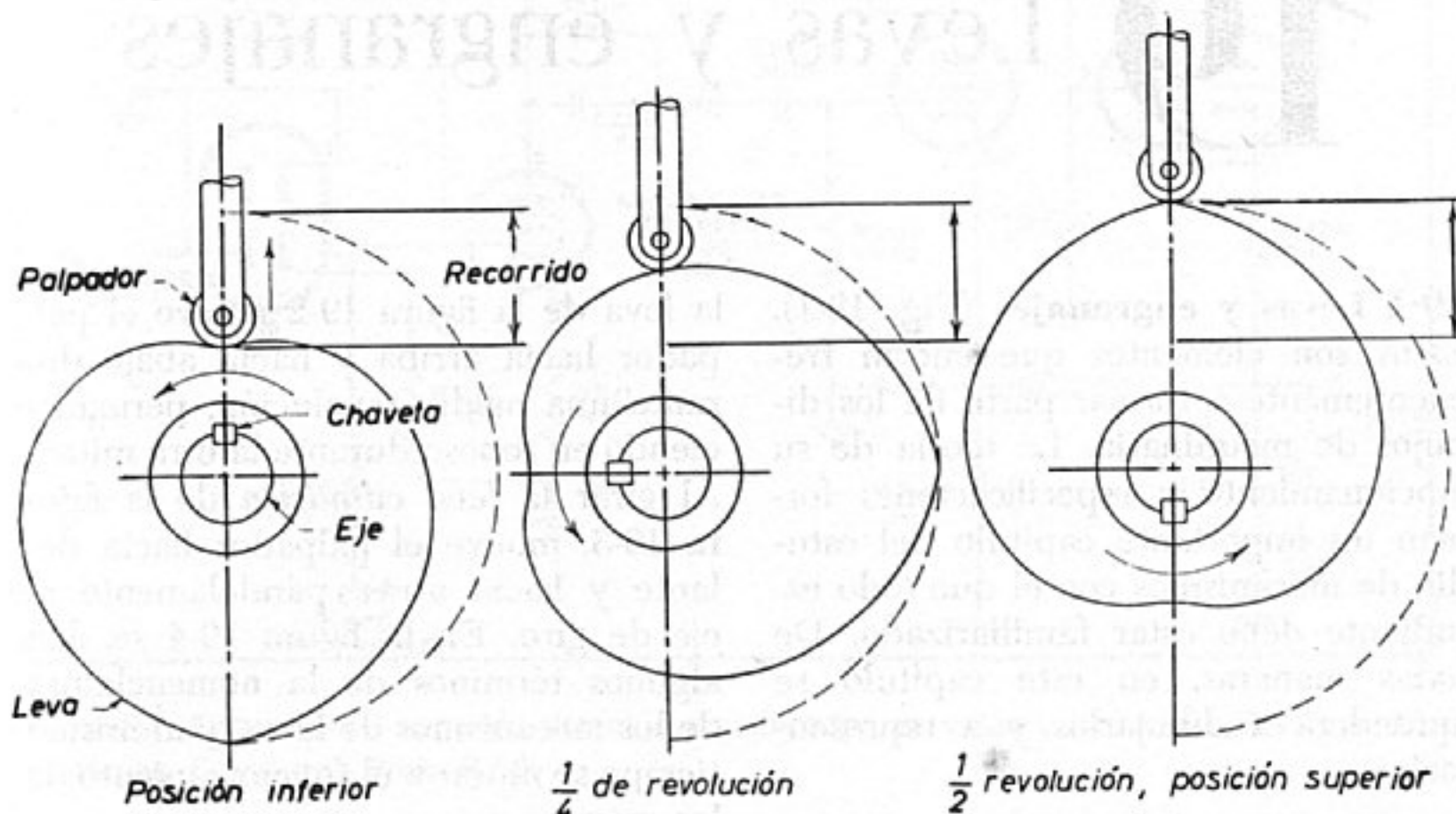


Fig. 19-4 Actuación de las levas.

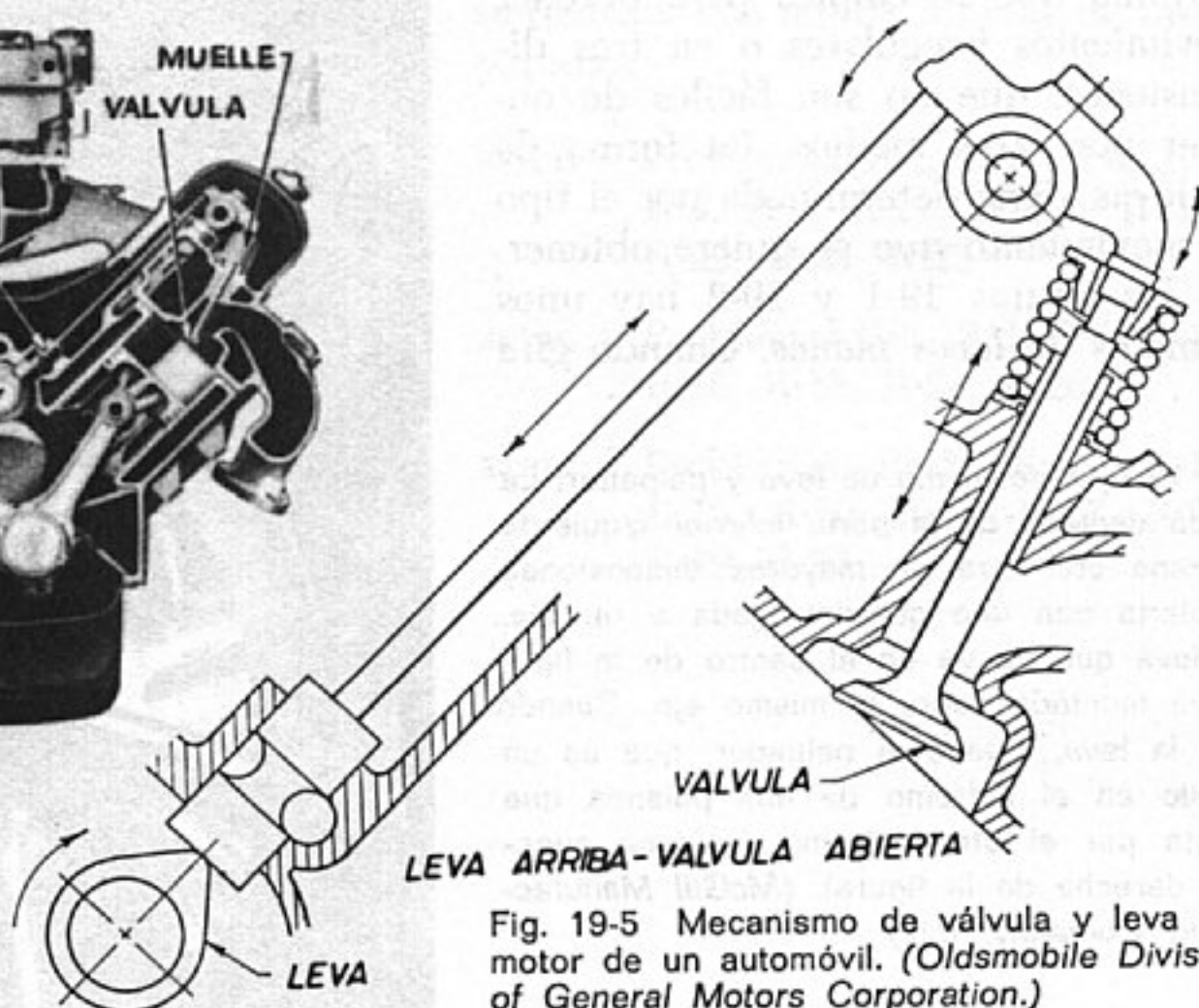
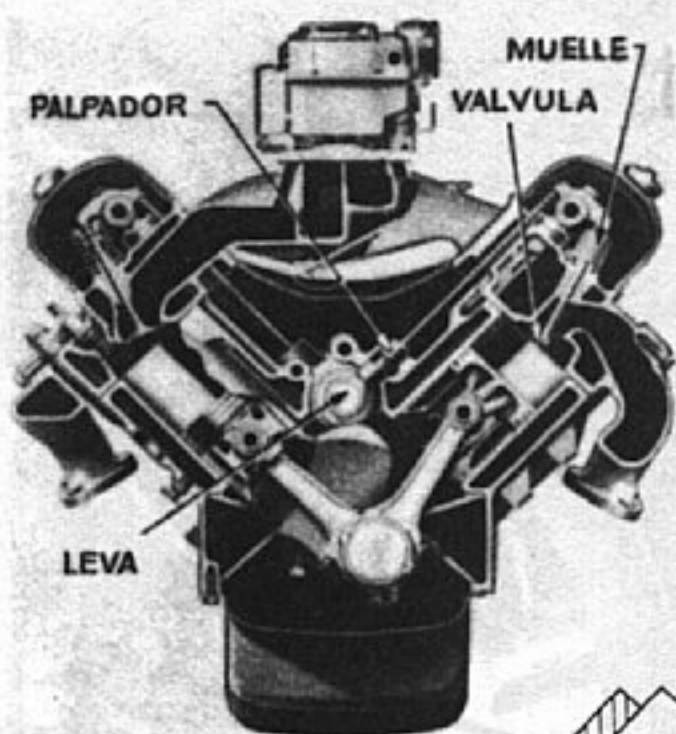


Fig. 19-5 Mecanismo de válvula y leva del motor de un automóvil. (Oldsmobile Division of General Motors Corporation.)

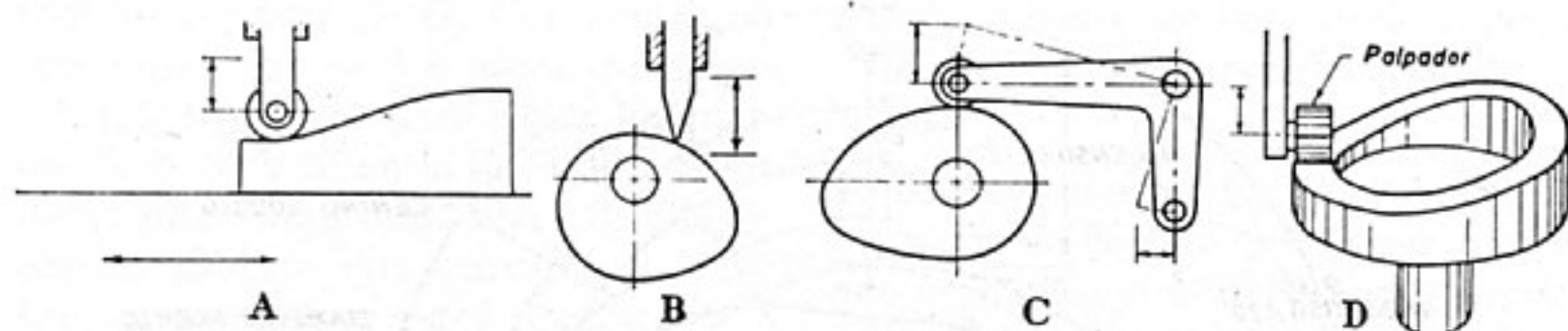


Fig. 19-6 Algunos tipos de levas.

19.3 Clases de levas. En la figura 19-5 se muestra la forma en que actúa la leva de una válvula de motor de automóvil. Es un mecanismo con *palpador plano* que descansa contra la leva. La *leva deslizante* de la figura 19-6 en A mueve el palpador arriba y abajo mientras la leva se mueve adelante y atrás. En B se tiene una leva con *palpador de punta* descentrado. En C una leva con palanca acodada y en D una leva cilíndrica de ataque frontal. En la figura 19-7 se presentan varios tipos de levas. El rodillo del palpador es guiado por la ranura que tiene un ancho igual al diámetro del rodillo. En la figura 19-8, en A, se ve la forma de mecanizar una leva de guía ranurada, mientras en B y C se muestran formas de levas cilíndricas.

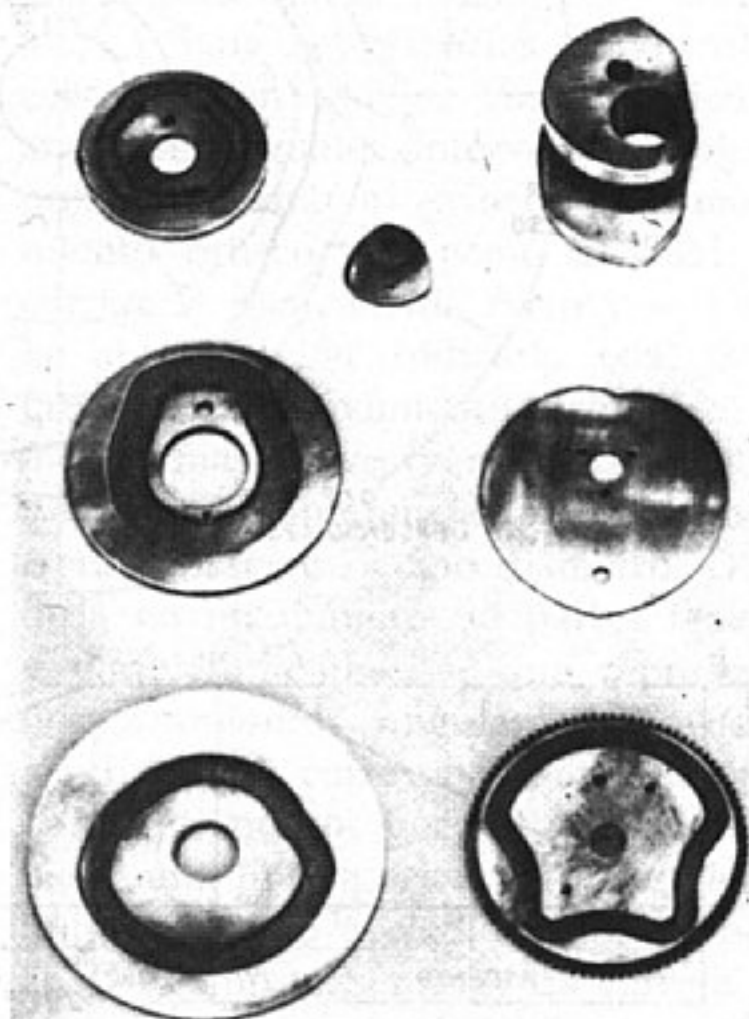


Fig. 19-7 Algunas levas planas y ranuradas. (The Rowbottom Machine Company.)

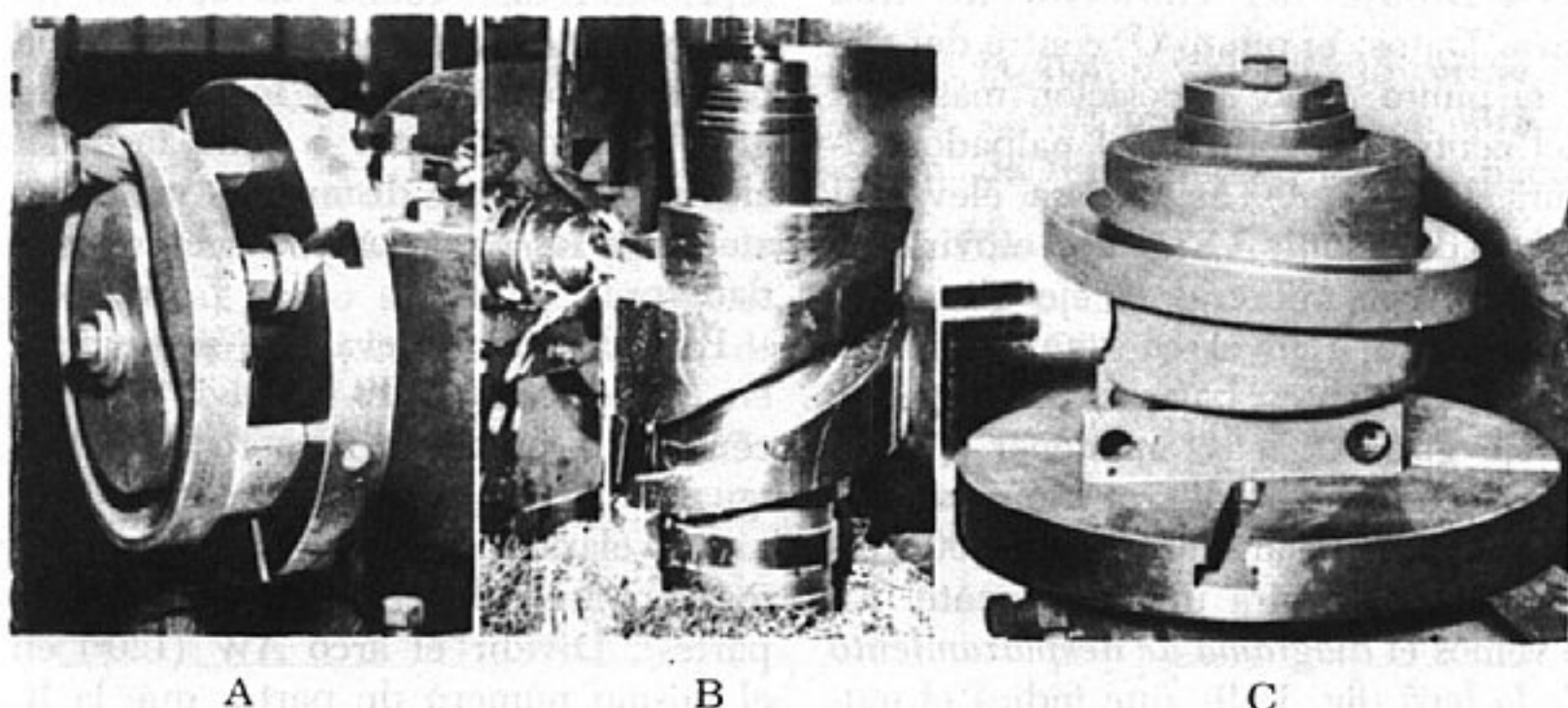


Fig. 19-8 Mecanización de levas. (The Rowbottom Machine Company.)

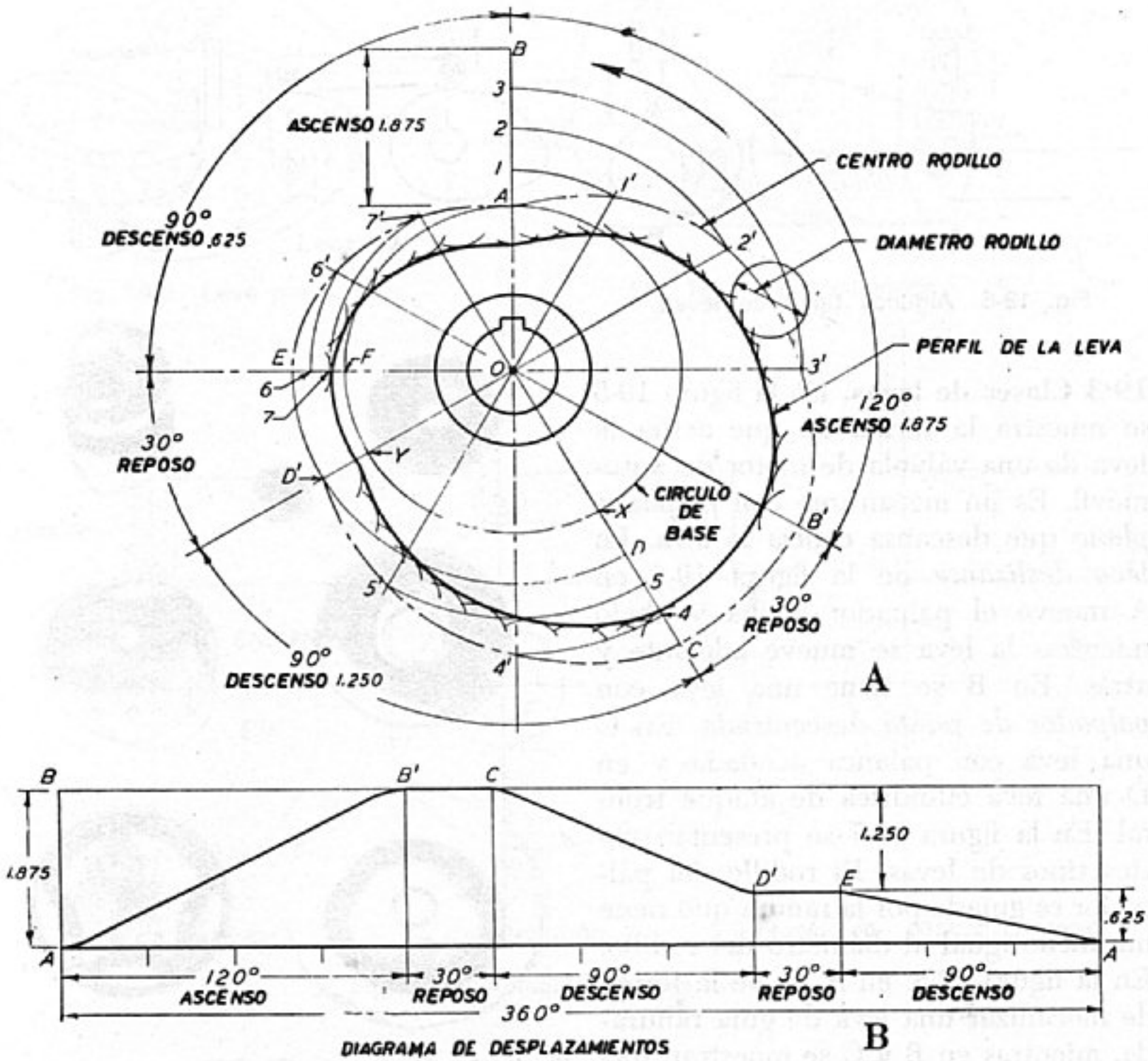


Fig. 19-9 Dibujo de una leva plana.

19.4 Dibujo del contorno de una leva. Datos: el punto O, centro del eje, y el punto A de la posición más baja del centro del rodillo del palpador (figura 19-9 en A). Se precisa elevar el centro del rodillo 1,875" con movimiento uniforme mientras el eje gire 120°, mantenerlo a nivel constante durante los 30° siguientes, bajar 1,250" mientras el eje gire 90° más, mantener a nivel constante en 30° de rotación del eje, y finalmente bajar 0,625" en los 90° restantes. El eje gira uniformemente. En B vemos el *diagrama de desplazamiento de la leva* (fig. 19-9), que indica el movimiento deseado. La línea horizontal

representa una vuelta de 360° de la circunferencia-base, y está dividida en partes proporcionales a los grados de giro correspondientes a cada fase del movimiento. Las distancias verticales muestran los ascensos y descensos verdaderos.

Para dibujar la leva que se muestra en A de la figura 19-9: Dividir el ascenso, AB, en cierto número de partes iguales (se hacen cuatro partes para mayor claridad; sin embargo, para ser más precisos, debería dividirse en más partes). Dividir el arco AW (120°) en el mismo número de partes que la línea de ascenso AB, y trazar las líneas

radiales a partir de O . Con centro en este punto, trazar los arcos de radios $O1$, $O2$, $O3$, y OB para situar los puntos $1'$, $2'$, $3'$, y B' en la línea de centros del rodillo. Empleando una plantilla de curvas, dibujar una curva, con trazo fino, que pase por estos puntos.

Trazar el arco $B'C$ (30°) mediante el radio OB' . Esto permitirá al palpador permanecer a nivel constante por equidistar en todo momento de O . Trazar $CD = 1,250''$ y dividirlo en cierto número de partes iguales (en la figura vienen tres). Dividir el arco XY (90°) en el mismo número de partes iguales (tres) y trazar las líneas radiales a partir de O . Dibujar los arcos con centro en O y radios $O4$, $O5$, y OD para situar los puntos $4'$, $5'$, y D' . Trazar una línea fina que pase por los puntos C , $4'$, $5'$, y D' .

Dibujar el arco $D'E$ (30°) de radio OD para mantener el rodillo a altura constante en los 30° .

La distancia EF será $0,625''$ (la parte restante de la carrera descendente hasta la circunferencia-base). Dividir EF en un número de partes iguales (aquí tres). Dividir el arco FA en el mismo número de partes iguales (tres) y trazar las líneas radiales. Trazar los arcos de radios $O6$ y $O7$ para situar los puntos $6'$ y $7'$. Mediante una plantilla de curvas trazar una curva fina por los puntos E , $6'$, $7'$ y A .

Desde la línea de centros del rodillo, trazar sucesivos arcos con el radio del rodillo tal como se indica. Entonces, empleando una plantilla de curvas, di-

bujar con trazo fino una curva tangente a los arcos como curva de contacto de la leva.

19.5 Movimiento. El movimiento del palpador de la leva puede ser *uniforme*, *armónico*, o *uniformemente acelerado*. En A de la figura 19-10, la línea fina representa el movimiento uniforme. A iguales distancias del ascenso corresponden iguales desplazamientos angulares (iguales intervalos de tiempo). Para evitar al principio un movimiento brusco, así como al final, se corrige la mencionada recta y se toma la aproximación indicada con trazo grueso. El movimiento armónico es mucho más suave (ver en B). Dibujar una semicircunferencia tomando la carrera de ascenso como diámetro. Dividirla en un número de partes iguales y también la abscisa, que representa desplazamientos angulares. Proyectar las divisiones correspondientes que nos darán los puntos por los que haremos pasar una línea gruesa. El movimiento uniformemente acelerado representado en C es aún más suave. La carrera de ascenso se divide en partes proporcionales a 1, 3, 5, ... 5, 3, 1. El desplazamiento angular se divide en el mismo número de partes (partes iguales). Los puntos de división se proyectan según indica la figura, y donde se cortan las rectas correspondientes se tendrá la curva del movimiento del palpador.

19.6 Dibujos de levas. El dibujo de una leva plana se muestra en la figura 19-11. Obsérvese que la magnitud

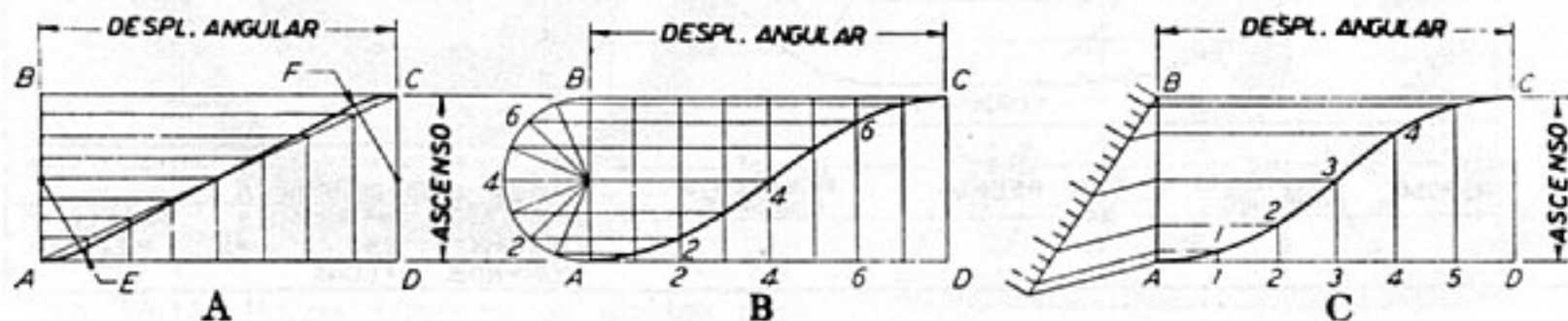


Fig. 19-10 Tipos de movimiento. Prob. S.1.

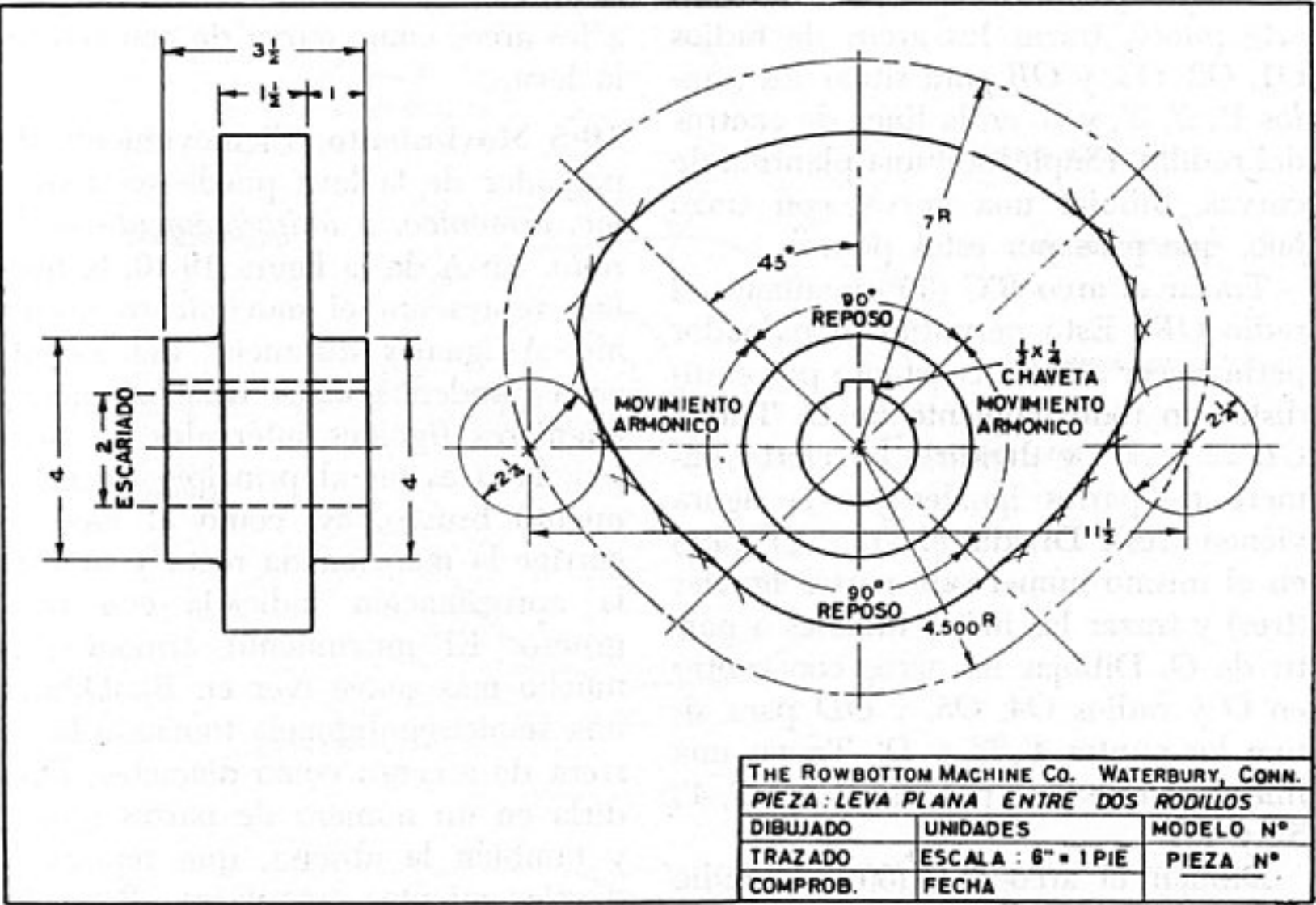


Fig. 19-11 Dibujo del perfil de una leva plana. Prob. S•9.

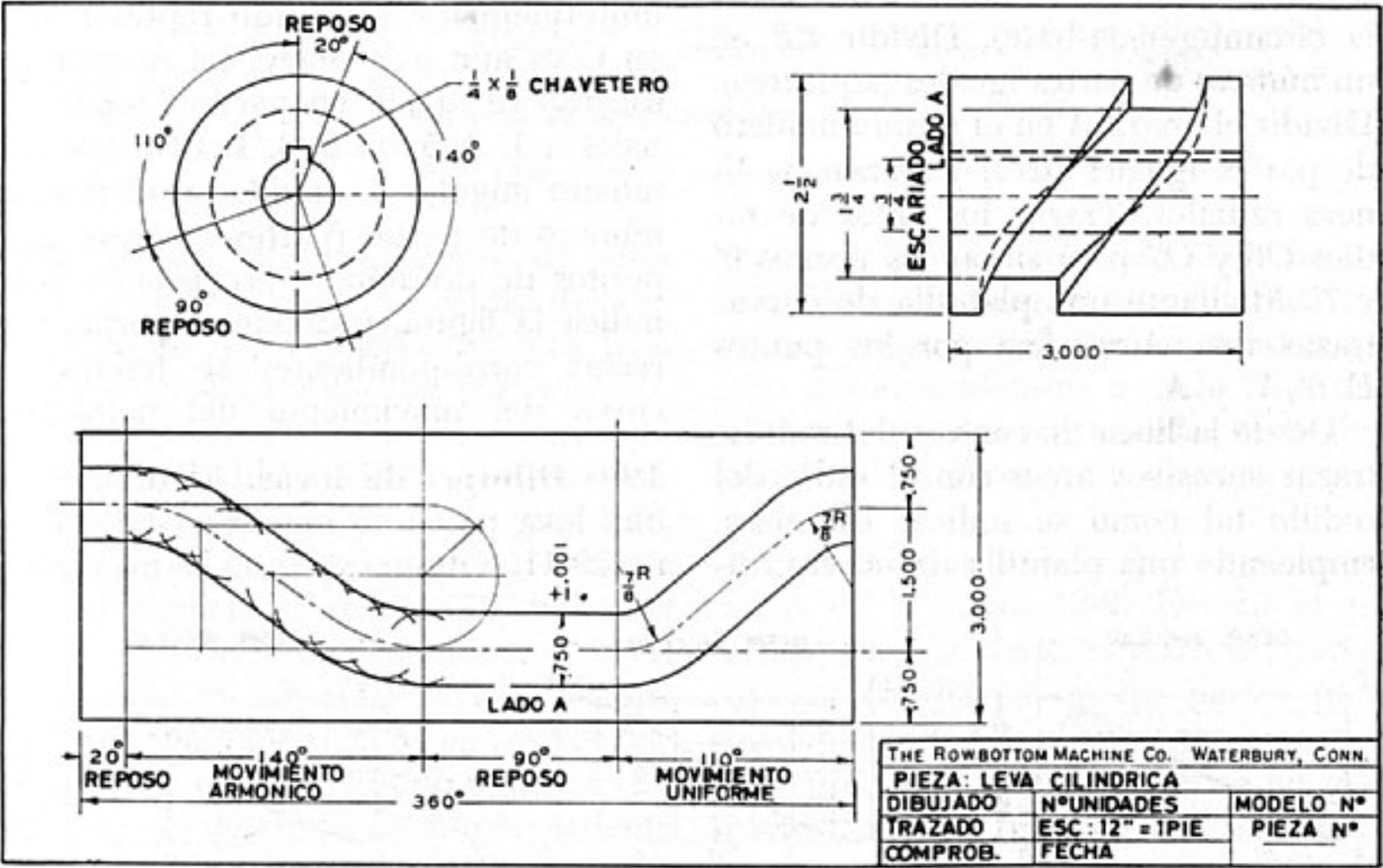


Fig. 19-12 Dibujo de una leva cilindrica. Prob. S•10.

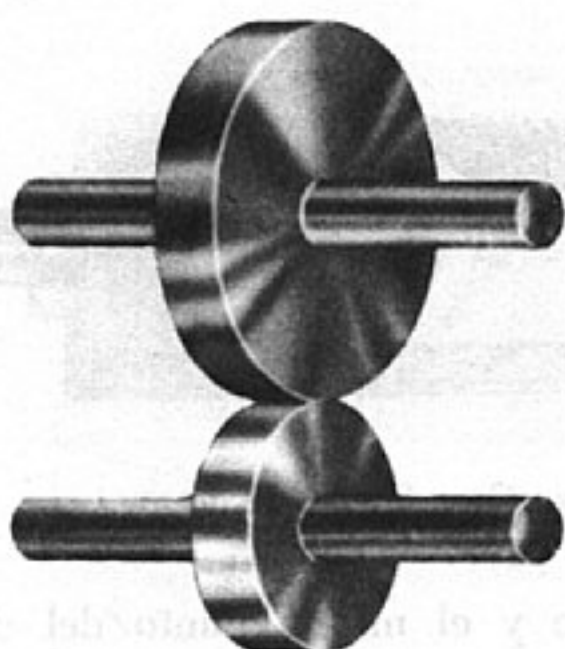


Fig. 19-13 Ruedas de fricción.

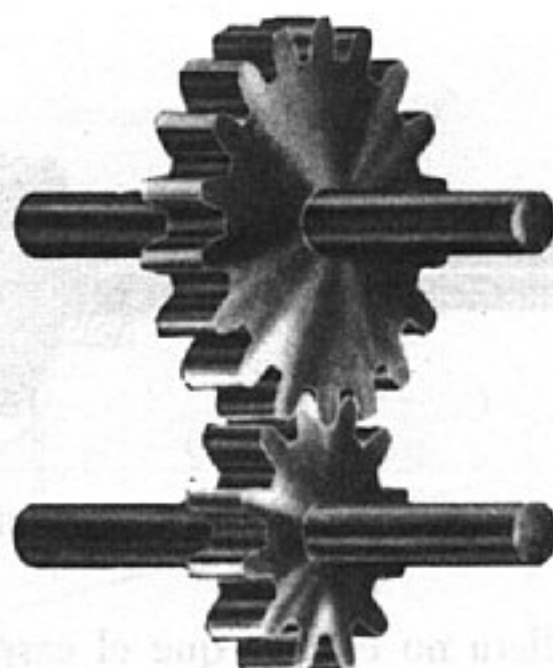


Fig. 19-14 Rueda y piñón dentados.

del desplazamiento viene dada por la diferencia de los radios de los sectores circulares, radios $4\frac{1}{2}''$ y $7''$. El movimiento de desplazamiento es armónico y hay dos rodillos. En la figura 19-12 viene el dibujo de una leva cilíndrica. Observar el diagrama de desplazamiento. Hay dos intervalos de reposo y dos de desplazamiento con diferente tipo de movimiento. Para dibujar el diagrama del movimiento armónico, ver el párrafo 19-5, figura 19-10.

19-7 Engranajes. Si dos ruedas o discos circulares están en contacto como en la figura 19-13, cuando uno gire

arrastrará al otro. Si el diámetro de la rueda pequeña es dos tercios del de la grande, aquélla dará una revolución y media por cada revolución de la segunda, en el supuesto de que no se produzca deslizamiento. Si la rueda arrastrada presenta resistencia al movimiento, habrá deslizamiento. Para evitarlo, se proveen las ruedas de unos dientes para formar los *engranajes*. La forma de los dientes es tal que se obtiene la misma clase de movimiento que con ruedas lisas sin deslizamiento. En la figura 19-14 se ve una *rueda dentada* y un *piñón* (se llama piñón a la rueda menor); en la figura 19-15, una rueda cilíndrica de dientes rectos.

Engranajes de *cremallera y piñón* se ven en las figuras 19-16 y 19-17. Una

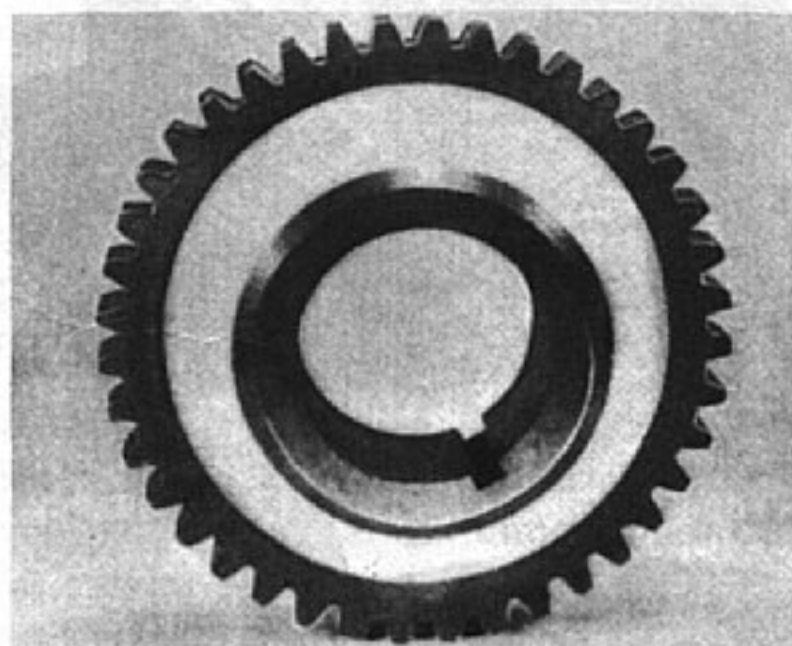


Fig. 19-15 Rueda cilíndrica de dientes rectos. (The Fellows Gear Shaper Company.)

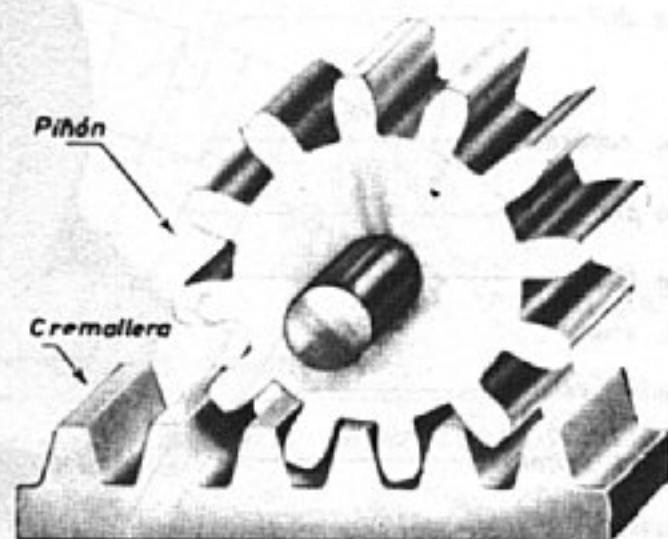


Fig. 19-16 Piñón y cremallera.

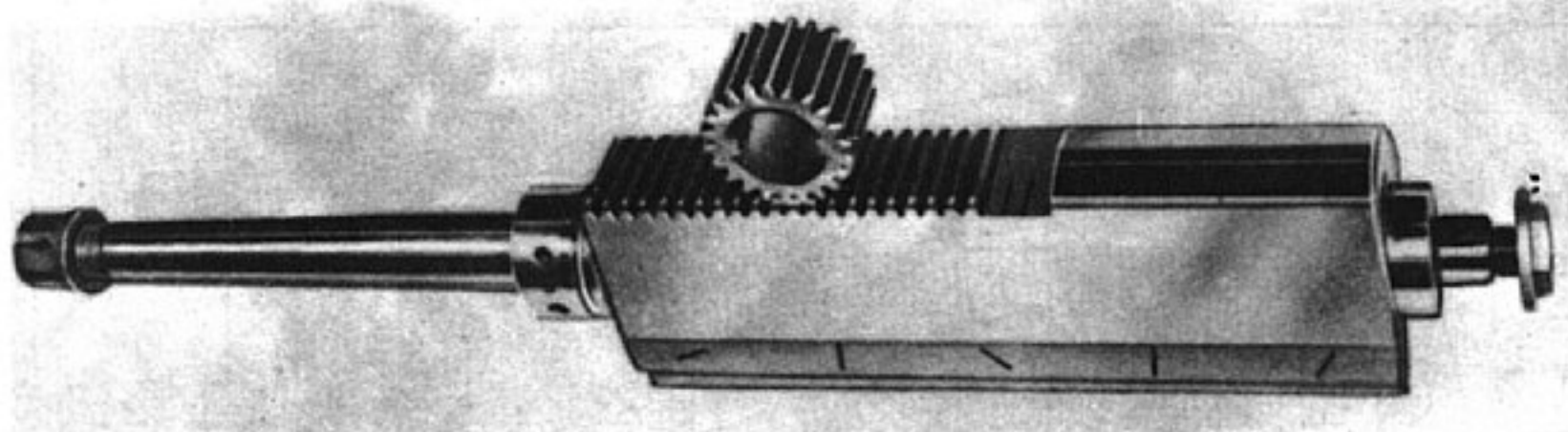


Fig. 19-17 Piñón y cremallera. (The Fellows Gear Shaper Company.)

cremallera no es más que el caso particular de una rueda cilíndrica cuyo círculo primitivo se ha convertido en una recta.

19.8 Valores característicos de las ruedas dentadas. Los términos empleados para designar algunos de los valores característicos de las ruedas dentadas se muestran en la figura 19-18. Se consideran tres diámetros: *diámetro exterior*, *diámetro de pie* y *diámetro primitivo*. El diámetro primitivo es el que corresponde a las ruedas lisas que han sido reemplazadas por dicho engranaje. Se consideran dos pasos: *paso circular* (circular pitch) y *paso diámetroal* (diametral pitch). El paso circular es la distancia entre un punto de un

diente y el mismo punto del diente próximo, medida sobre el círculo primitivo. Es igual a la longitud de la circunferencia primitiva dividida por el número de dientes. El diámetroal pitch es la relación entre el número de dientes y el diámetro del círculo primitivo. En el sistema métrico se trabaja con otro valor que es inverso del anterior, o sea, el diámetro del círculo primitivo dividido por el número de dientes, que se denomina *módulo*. La *altura de cabeza* es la distancia desde el círculo primitivo al círculo exterior. La *altura de pie* es la distancia entre el círculo primitivo y el de raíz (o de pie).

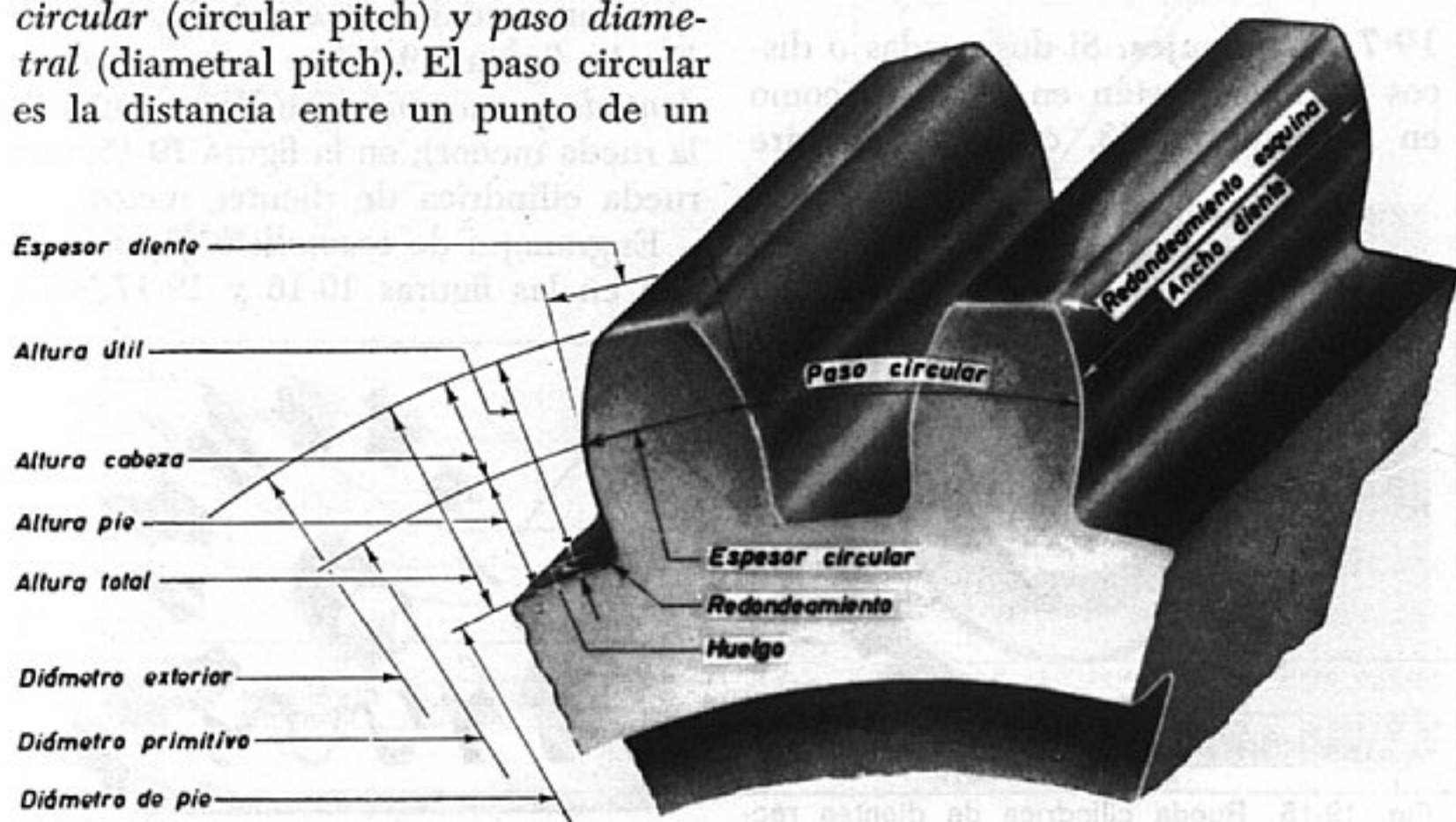


Fig. 19-18 Terminología de las ruedas dentadas.

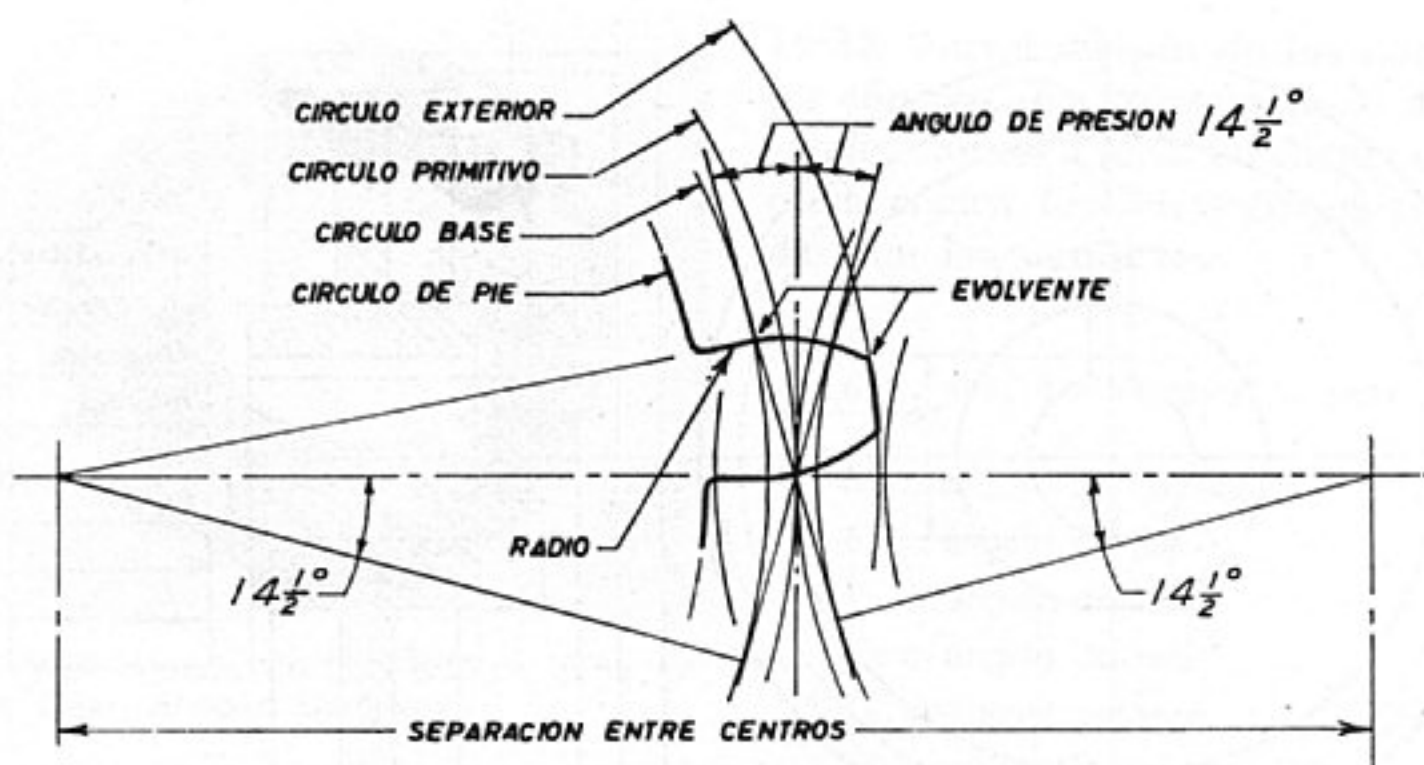


Fig. 19-19 Ángulo de presión.

19-9 Dientes del engranaje. Para la forma del perfil de los dientes se aplican curvas evolventes o cicloidales. En lo que digamos en este capítulo nos referiremos a curvas evolventes para el sistema de $14\frac{1}{2}^\circ$ (generalmente se emplea el de $14\frac{1}{2}^\circ$ o el de 20°). Este ángulo se refiere al de presión entre dientes (fig. 19-19). El ángulo de presión y la distancia entre centros determina el diámetro de los círculos de base.

En la figura 19-20, AT_A y BT_B , perpendiculares a $T_A T_B$, son los radios de los círculos de base. Si se supone que $T_A T_B$ es un cordel que se enrolla alrededor de uno de los círculos de base, el punto x describirá la curva evolvente correspondiente a dicho círculo, y representa el perfil del diente por encima del círculo de base. La parte del perfil por debajo del círculo de base es una recta radial.

19-10 Nomenclatura, abreviaciones y fórmulas. Las siguientes fórmulas sirven para encontrar las dimensiones de las ruedas dentadas correspondientes a un perfil de evolvente de $14\frac{1}{2}^\circ$:

$$N = \text{número de dientes} = DP = \frac{\pi D}{p} = D_o P - 2$$

$$a = \text{altura de cabeza} = \frac{1}{P} = \frac{p}{\pi}$$

$$b = \text{altura de pie} = \frac{1,157}{P} = \frac{1,157p}{\pi}$$

$$c = \text{huelgo} = \frac{0,157}{P} = \frac{0,157p}{\pi}$$

$$h_t = \text{altura total} = a + b = \frac{2,157}{P} = \frac{2,157p}{\pi}$$

$$D = \text{diámetro primitivo} = \frac{N}{P} = D_o - 2a$$

$$D_o = \text{diámetro exterior} = \frac{N + 2}{P} = D + 2a = \frac{(N + 2)p}{\pi}$$

$$D_r = \text{diámetro de pie} = D - 2b = D_o - 2(a + b)$$

$$P = \text{diametral pitch} = \frac{N}{D} = \frac{\pi}{p}$$

$$p = \text{paso circular} = \frac{\pi D}{N} = \frac{\pi}{P}$$

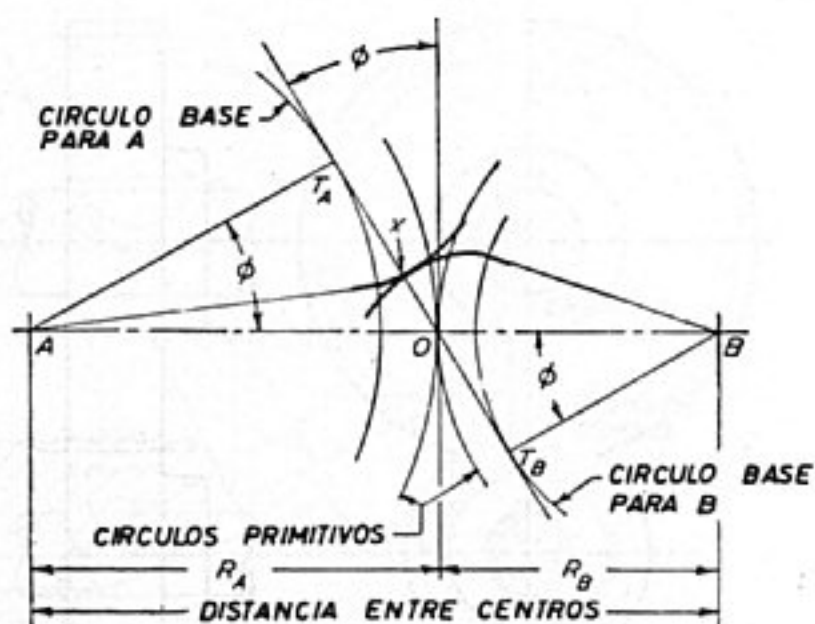


Fig. 19-20 Círculo de base, perfil del diente, etc.

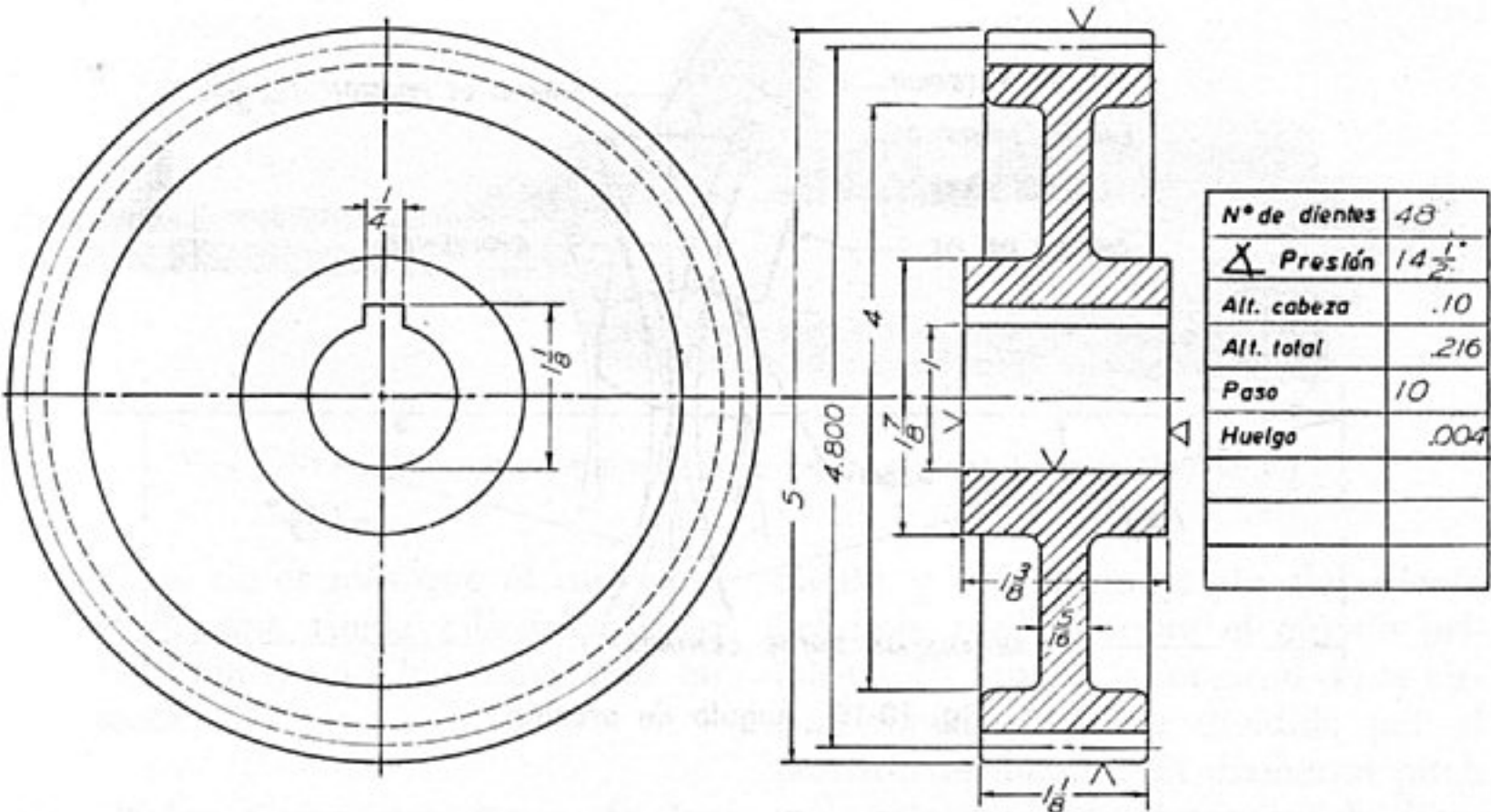


Fig. 19-21 Dibujo de fabricación de una rueda cilíndrica de dientes rectos.

19.11 Dibujos de engranajes. Al dibujar los engranajes no es necesario mostrar los dientes. En la figura 19-21 se presenta el dibujo de una rueda cilíndrica de dientes rectos. La pieza bruta debe dibujarse con las dimensiones necesarias para tallar los dientes y ser sometida a las operaciones de mecanización adecuadas. Hay que incluir notas que proporcionen la información necesaria para cortar los dientes, la exactitud requerida, etc. En dibujos de

conjunto puede usarse la representación indicada en la figura 19-22.

19.12 Engranajes cónicos. Para transmitir el movimiento entre dos ejes que se cortan, se emplean los engranajes cónicos. Estos engranajes puede imaginarse que sustituyen a dos conos de fricción (fig. 19-23, en A, B, C, y D). En la figura 19-24 se muestra una rueda cónica y en la 19-25, un juego de rueda cónica y piñón cónico.

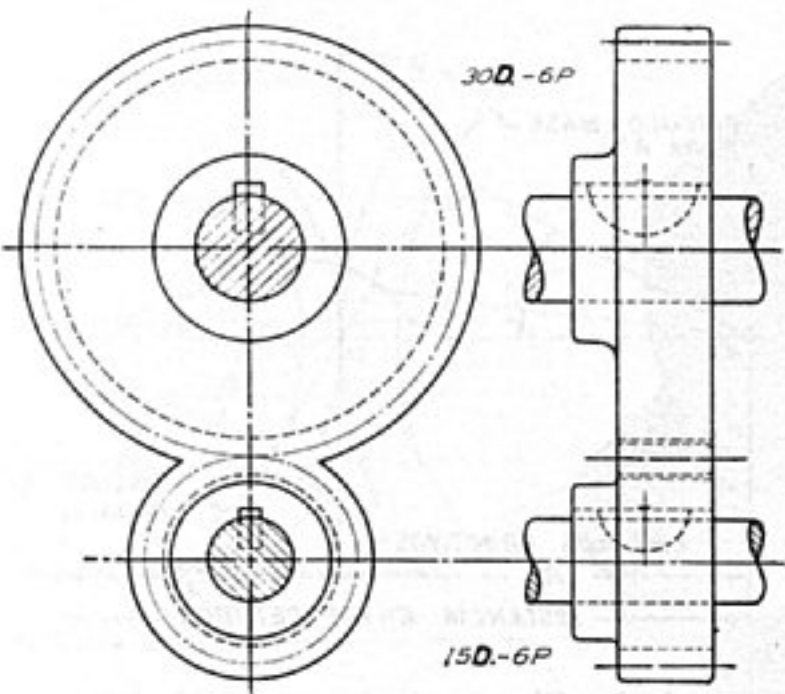


Fig. 19-22 Engranaje cilíndrico.

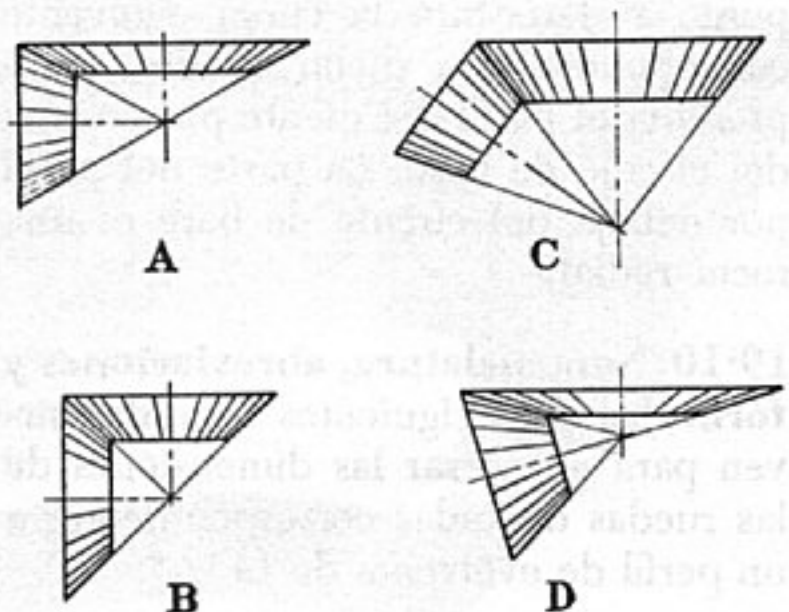


Fig. 19-23 Conos de fricción.

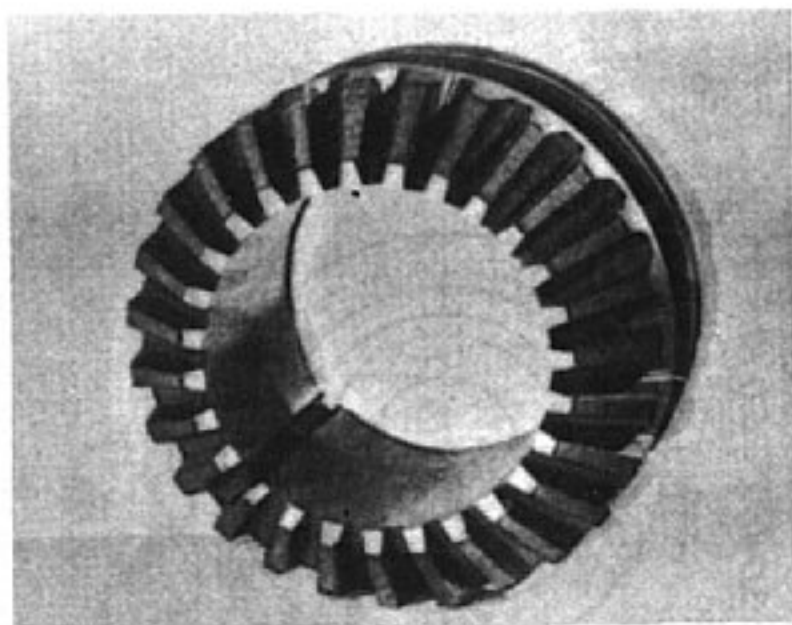


Fig. 19-24 Rueda dentada cónica. (The Fellows Gear Shaper Company.)

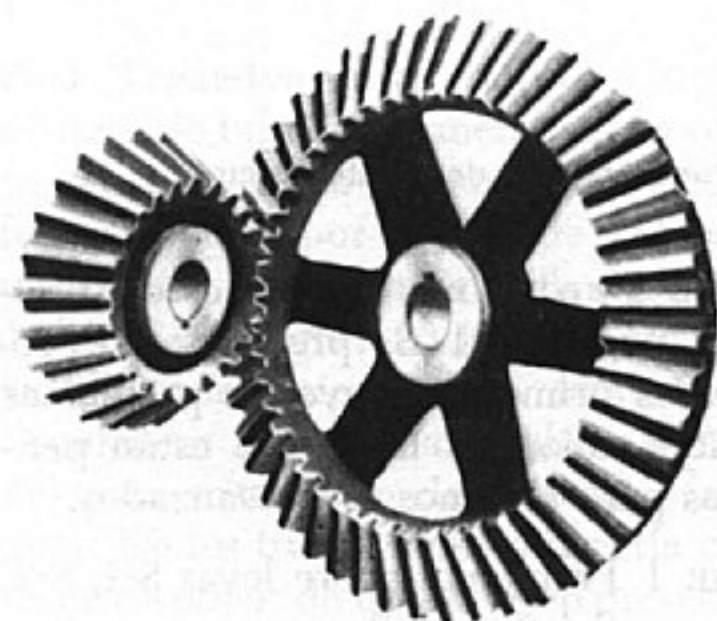


Fig. 19-25 Engranaje de ruedas cónicas.

19.13 Terminología de los engranajes cónicos. En la figura 19-26 se indican los valores a tener en cuenta en una rueda cónica. Las letras griegas empleadas son las siguientes:

α = alfa; δ = delta; Γ = gamma

α = ángulo de cabeza

δ = ángulo de pie

Γ = ángulo primitivo

Γ_R = ángulo de raíz

Γ_o = ángulo exterior

a = altura de cabeza

b = altura de pie

a_N = altura cabeza proyectada

A = altura del vértice

F = cara

D = diámetro primitivo

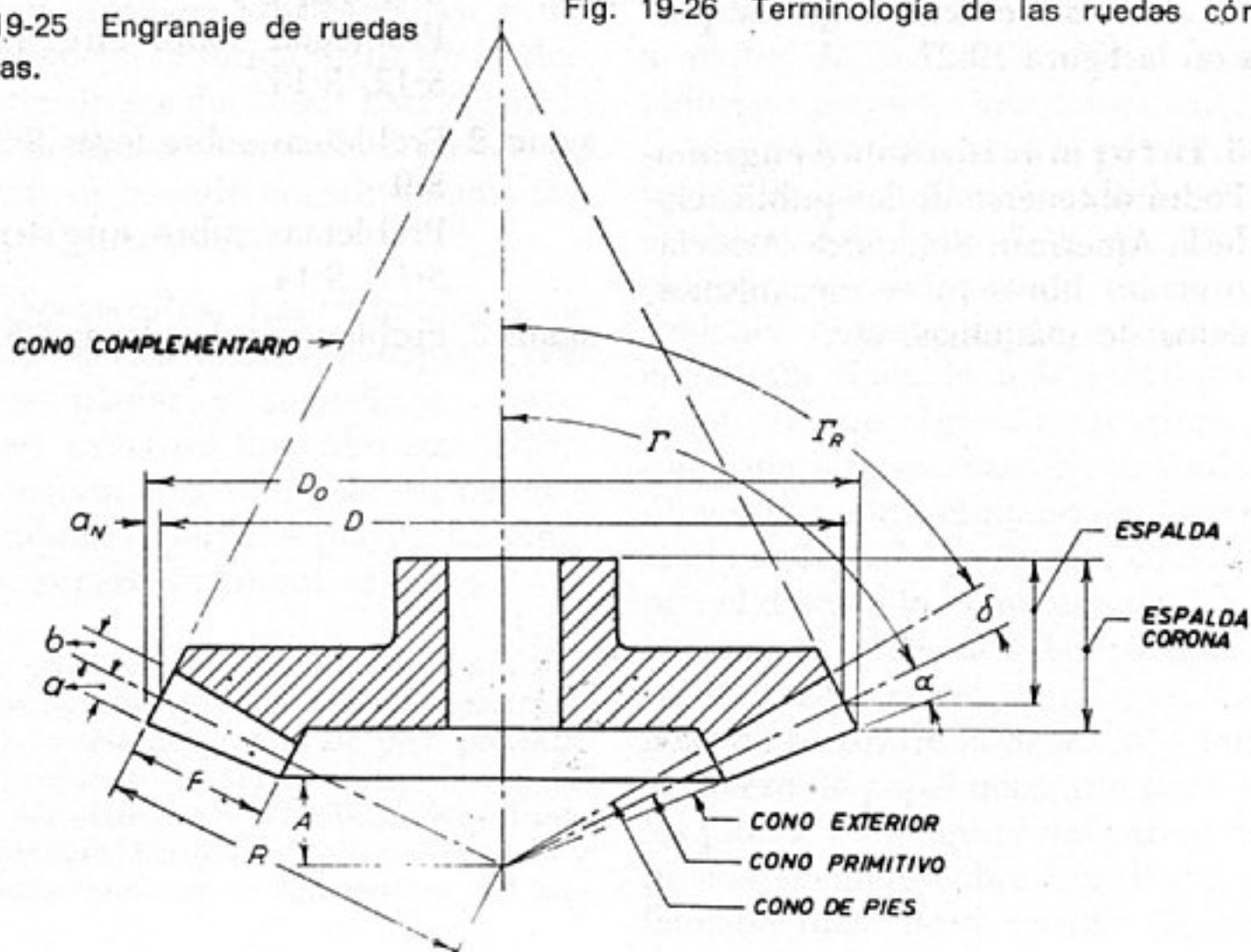
D_o = diámetro exterior

N = número de dientes

P = diametral pitch

R = radio primitivo

Fig. 19-26 Terminología de las ruedas cónicas.



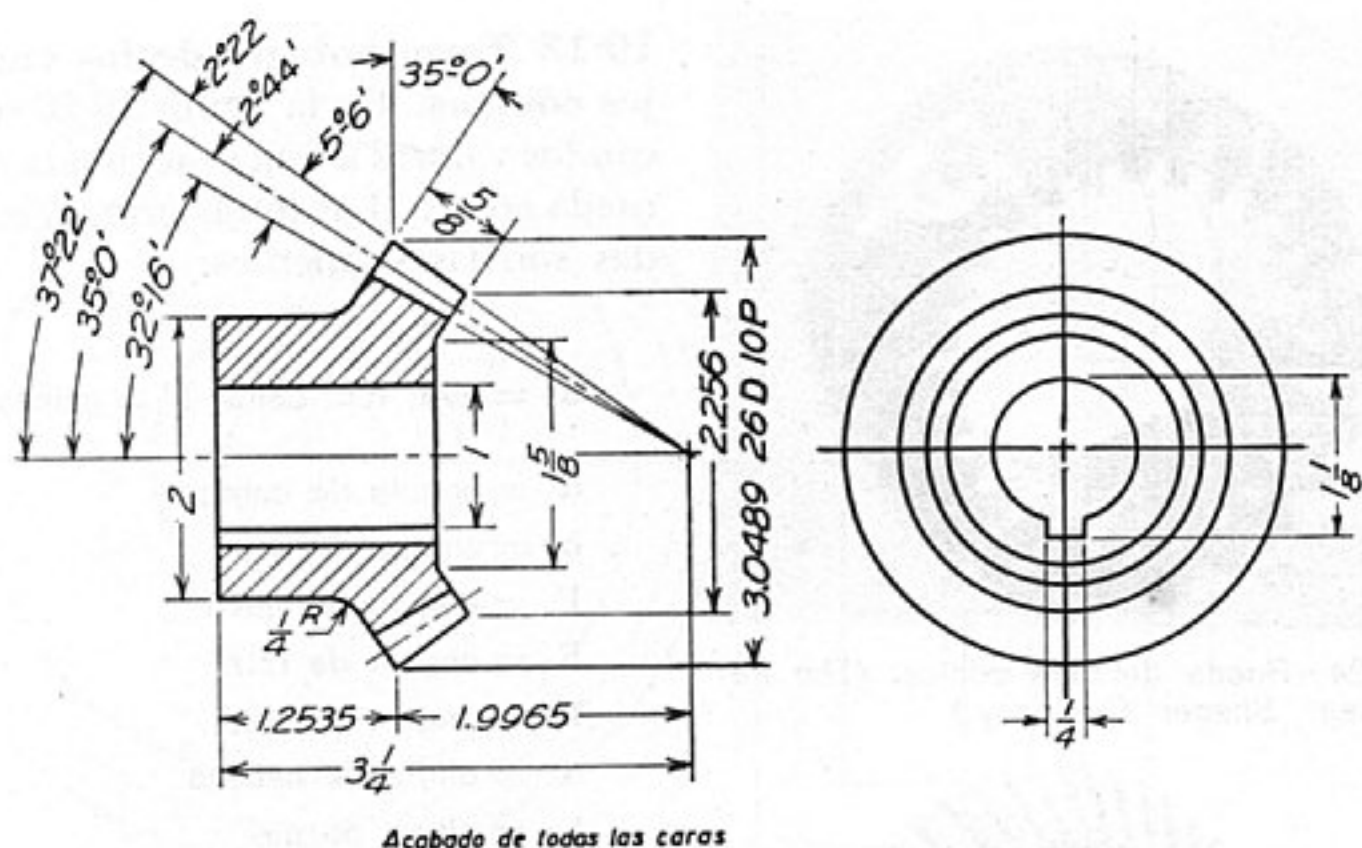


Fig. 19-27 Dibujo de fabricación de una rueda cónica de dientes rectos.

19.14 Dibujos de engranajes cónicos. En los dibujos de fabricación de engranajes cónicos hay que dar las dimensiones de la pieza bruta para mecanizar, así como la información necesaria para los dientes. Un ejemplo de dibujo de fabricación de una rueda cónica de dientes rectos es el que se presenta en la figura 19-27.

19.15 Información sobre engranajes. Podrá obtenerse de las publicaciones de la American Standards Association o en los libros sobre mecanismos, elementos de máquinas, etc.

19.16 Problemas propuestos. Grupo S, página 501. Se presentan tres series. La primera incluye los problemas básicos, mientras las 2 y 3 están pensadas para alumnos más avanzados.

SERIE 1 Problemas sobre levas S.1, S.3, S.4, S.5, S.7
Problemas sobre engranajes S.12, S.13

SERIE 2 Problemas sobre levas S.2, S.6, S.9
Problemas sobre engranajes S.11, S.14

SERIE 3 Problemas sobre levas S.8, S.10

20 Trazados de calderería

20.1 Trazados sobre chapas. Un gran número de fabricados metálicos se construyen con chapa a la que se le da la forma precisa por medio de doblados y plegados y uniones remachadas o soldadas. En la figura 20-1 vemos un conjunto esquemático de un molino con circulación neumática (molino Kennedy) para trituración de mineral o clínquer. En los trabajos de calderería conviene disponer de dibujos que presenten el objeto una vez fabricado, así como un dibujo con la forma plana de la chapa, antes de ser doblada.¹ Este segundo dibujo se llama *desarrollo* o *patrón* de la pieza; su trazado constituye una importante especialidad.

20.2 Desarrollos. Las superficies se dividen en dos clases principales: superficies planas y superficies curvas. Las seis caras de un cubo son superficies planas. Las bases de un cilindro son también superficies planas, en tanto que su superficie lateral es curva.

¹ Un gran número de objetos de chapa metálica se fabrican por embutición o estampación con ayuda de prensas de gran potencia. Otros productos de paredes delgadas se fabrican por extrusión o centrifugación del material fundido. En los trabajos de repujado y embutición cambian las dimensiones del material.

Es posible cortar un trozo de papel de forma que, una vez doblado convenientemente, se convierta en un cubo (fig. 20-2). La forma del papel cortado constituye el desarrollo del cubo. Como se recordará de la geometría del espacio, existen cinco poliedros regulares; en la figura 20-3 se han dibujado sus desarrollos. Para adquirir soltura en la comprensión de los desarrollos, es un buen ejercicio el construir, empleando cartulinas, los cuerpos de la figura 20-3 a partir de sus desarrollos. Para las juntas se emplea cinta adhesiva.

Así, podrá dibujarse el patrón de un objeto de caras planas, cuando se haya establecido la línea de cierre. Generalmente, por economía de tiempo y de roblones o material de soldadura, se elige esta línea lo más corta posible. Luego se van abriendo las caras, para que cada una aparezca en su verdadera dimensión sobre el plano de desarrollo. En la figura 20-4 se ilustra, como ejemplo, el desarrollo de un prisma. Las rectas que se muestran dentro del desarrollo son las *rectas de pliegue*. Las líneas de trazos de la figura 20-4 indican el exceso de papel necesario para pegar las juntas. La longitud del patrón de un prisma se mide sobre una línea recta, llamada *línea de desarrollo* (fig. 20-4).

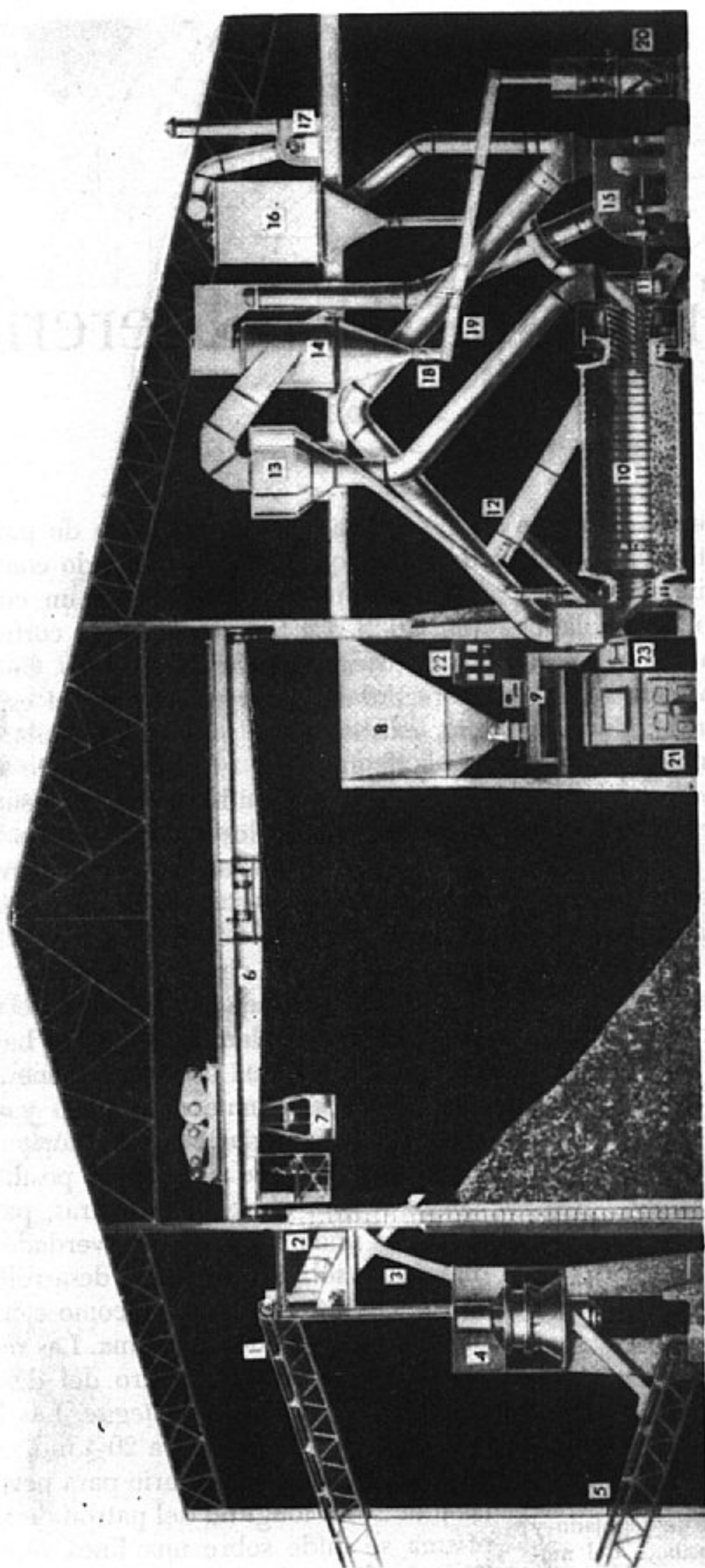


Fig. 20-1 Corte esquemático de un molino de circulación neumática para lavado de mineral.
(Kennedy-Van Soun Manufacturing & Engineering Corporation.)

- | | | | | | |
|---|-------------------------------------|----|--|----|--|
| 1 | Correa alimentación triturador | 10 | Molino de circulación neumática | 17 | Aspirador del polvo del filtro |
| 2 | Tamiz vibratorio | 11 | Transportador transversal recuperación tamaños grandes | 18 | Compuertas de aire rotativas |
| 3 | Recuperación de tamaños no cribados | 12 | Transportador de retorno para tamaños grandes | 19 | Transportador de mineral tratado |
| 4 | Molino triturador | 13 | Clasificador radial | 20 | Bomba automática de transporte neumático |
| 5 | Correa transporte productos molidos | 14 | Colector ciclónico | 21 | Horno de aire caliente |
| 6 | Grúa puente desplazable | 15 | Aspirador molino | 22 | Cuadro de control |
| 7 | Cuchara | 16 | Filtro del polvo | 23 | Registro automático de aire caliente |
| 8 | Tolva alimentación | | | | |
| 9 | Báscula automática | | | | |

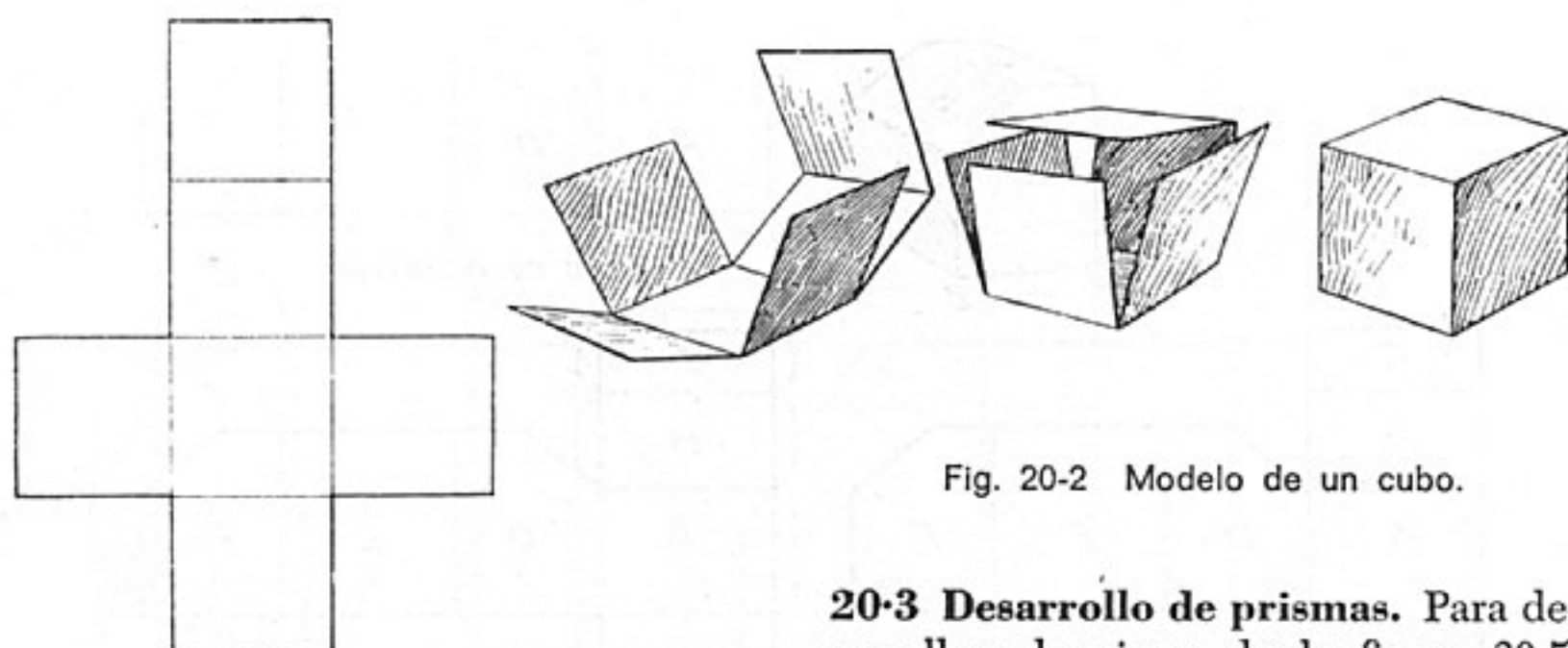


Fig. 20-2 Modelo de un cubo.

Esta línea mide el perímetro más corto alrededor del prisma. La base debe ser perpendicular a las aristas, de forma que podrá tomarse como línea de desarrollo cuando se desdoblán las caras del prisma y se abaten sobre una superficie plana.

20.3 Desarrollo de prismas. Para desarrollar el prisma de la figura 20-5, dibújese la línea de desarrollo *SL* y tómense en ella las distancias 1—2, 2—3, 3—4 y 4—1 obtenidas en el desarrollo de la vista en planta. En ella se pueden medir la línea de desarrollo y las verdaderas distancias entre las aristas verticales del prisma. Las longitudes de éstas pueden proyectarse

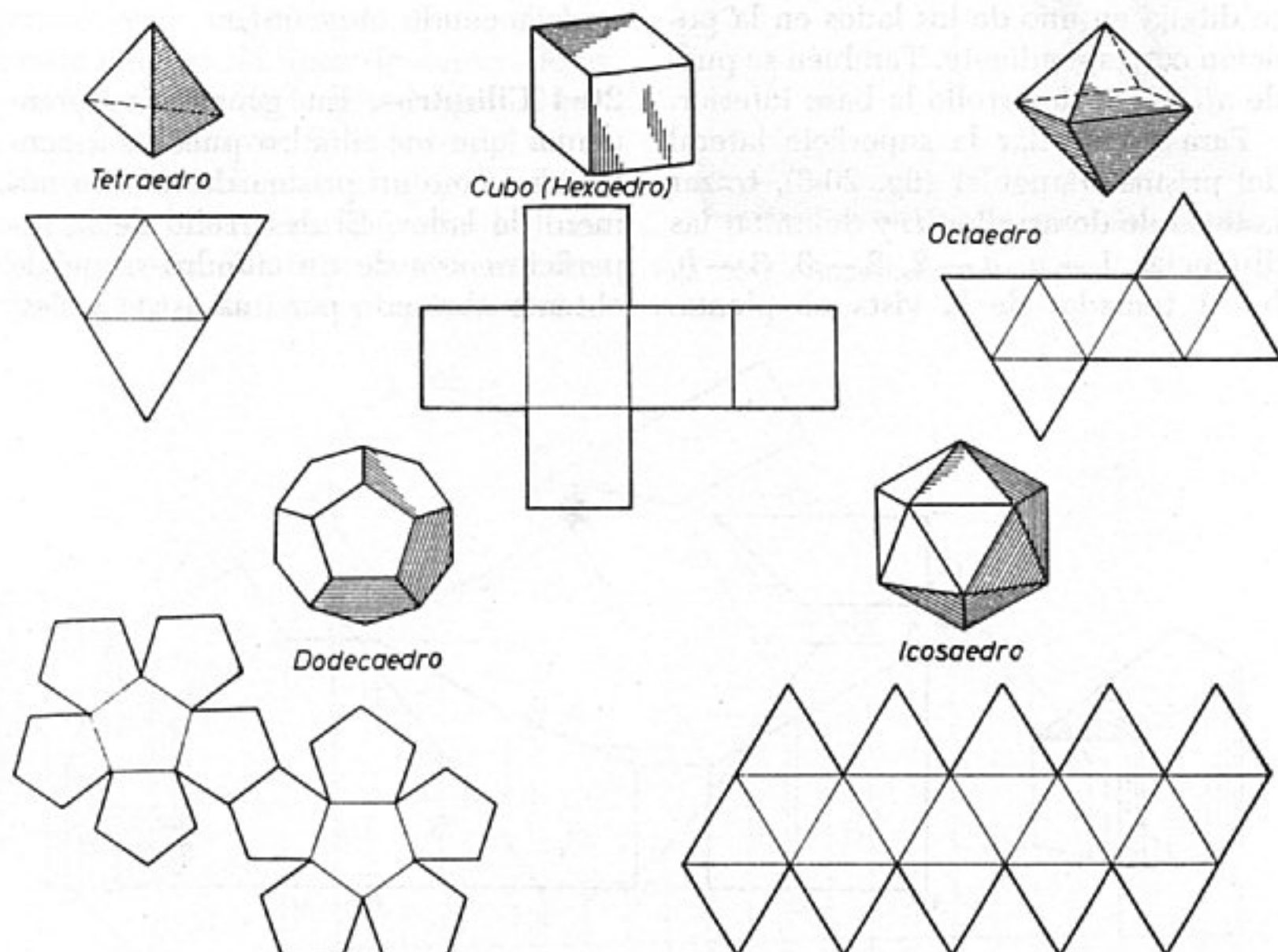


Fig. 20-3 Los cinco poliedros regulares.

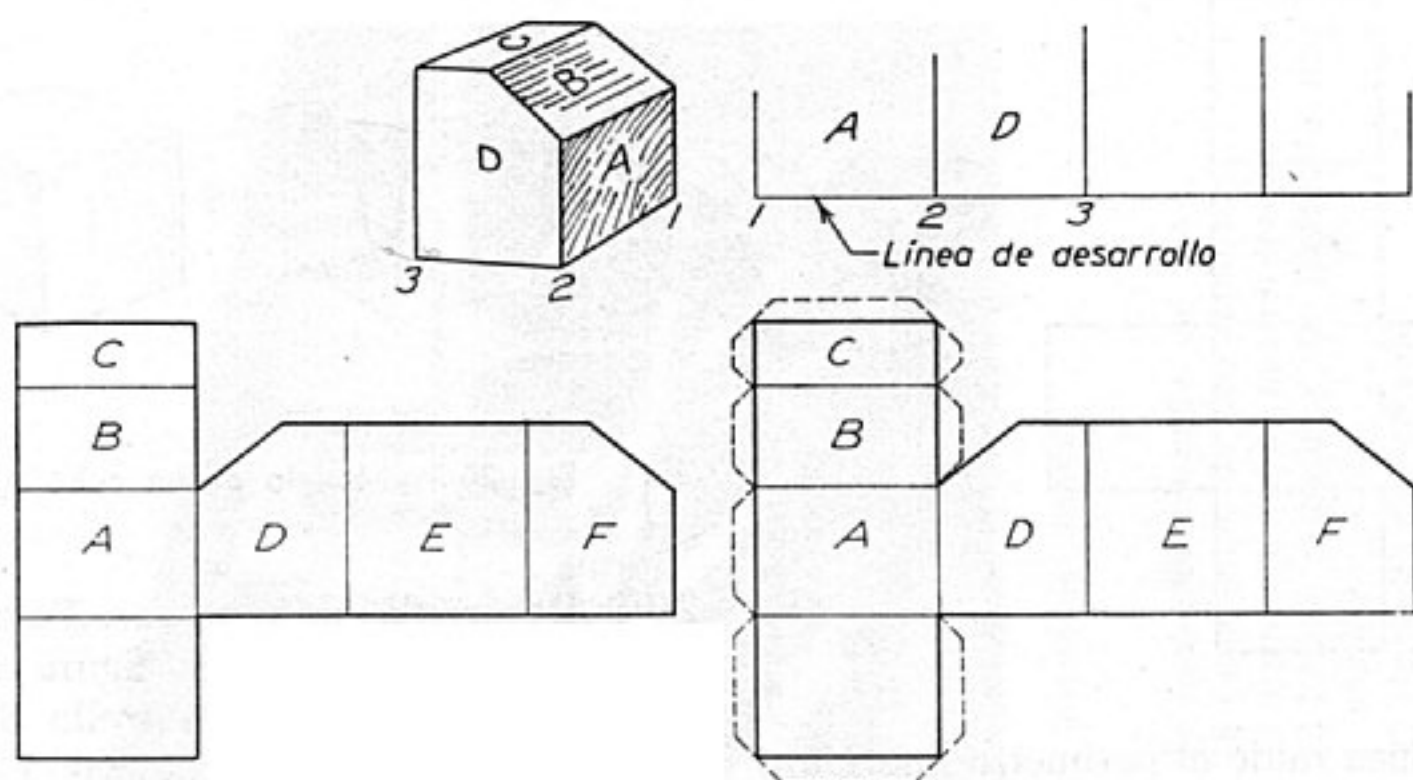


Fig. 20-4 Un modelo con solapas en los bordes.

transversalmente a partir de la vista frontal. La verdadera forma de la base inclinada se encuentra con ayuda de una proyección auxiliar (capítulo 9) y se dibuja en uno de los lados en la posición correspondiente. También se puede añadir al desarrollo la base inferior.

Para desarrollar la superficie lateral del prisma triangular (fig. 20-6), trazar la línea de desarrollo SL y delimitar las distancias $1-a$, $a-2$, $2-3$, $3-b$, $b-1$ tomadas de la vista en planta.

Los puntos a y b no sitúan líneas por donde se dobla la superficie, pero son necesarios para localizar la sección en bisel. Tales líneas y puntos auxiliares son a menudo muy útiles.

20.4 Cilindros. En geometría aprendemos que un cilindro puede ser concebido como un prisma de infinito número de lados. El desarrollo de la superficie curva de un cilindro se puede obtener abriendo por una arista y des-

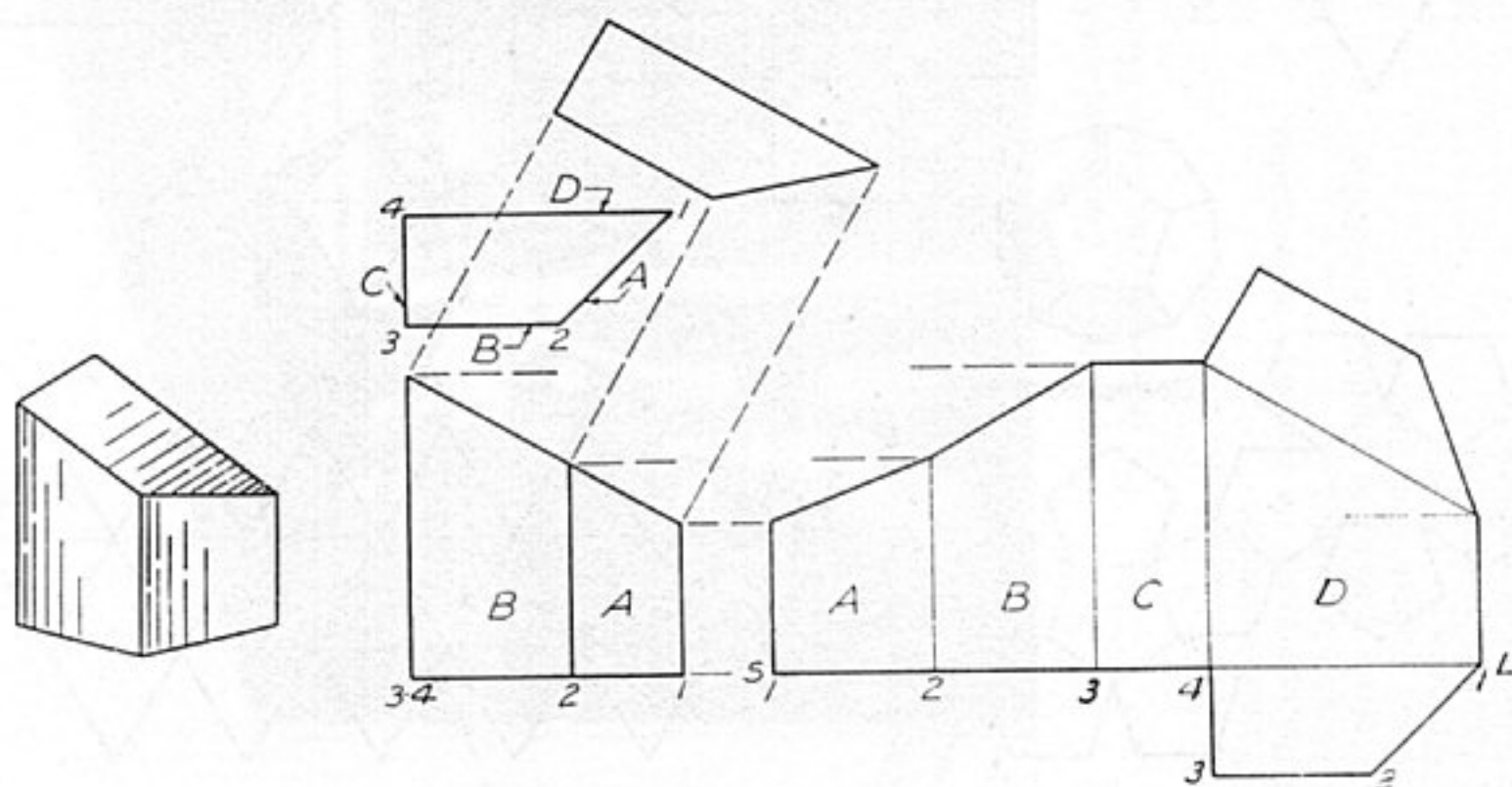


Fig. 20-5 Desarrollo de un prisma.

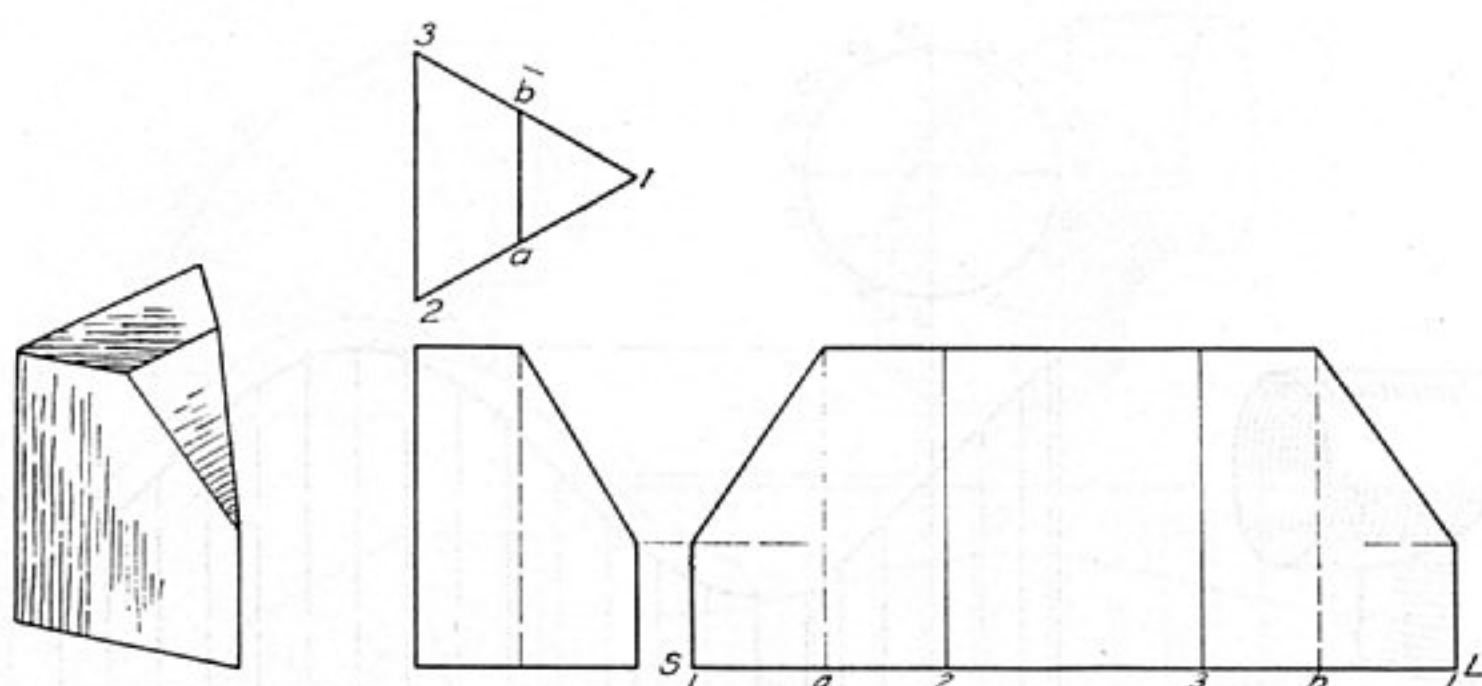


Fig. 20-6 Desarrollo de un prisma.

doblando ordenadamente cada cara para que se apoyen sobre una superficie plana. Se obtendrá así, sobre el plano, un rectángulo de anchura igual a la altura del cilindro y de longitud igual al perímetro de la base. En la fig. 20-7 puede verse un ejemplo de lo dicho. En un cilindro, la línea de desarrollo es una línea recta de longitud igual al perímetro del mismo. Si la base del cilindro es perpendicular al eje, se abrirá según una línea recta que será la línea de desarrollo. Si un prisma o un cilindro no tienen la base perpendicular al

eje, debe hacerse una sección recta para obtener la línea de desarrollo.

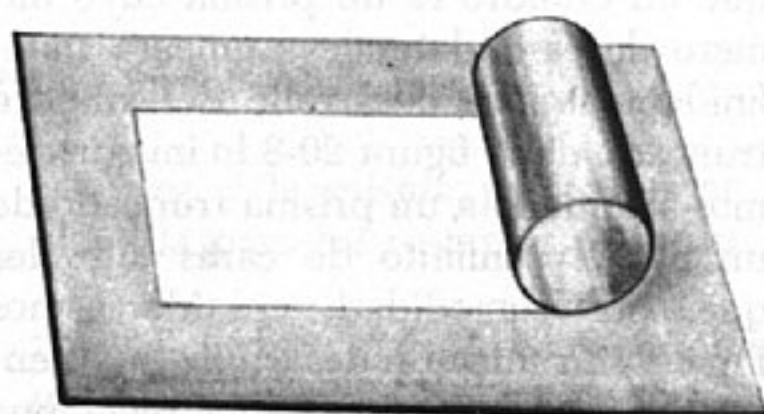


Fig. 20-7 Superficie desarrollada de un cilindro.

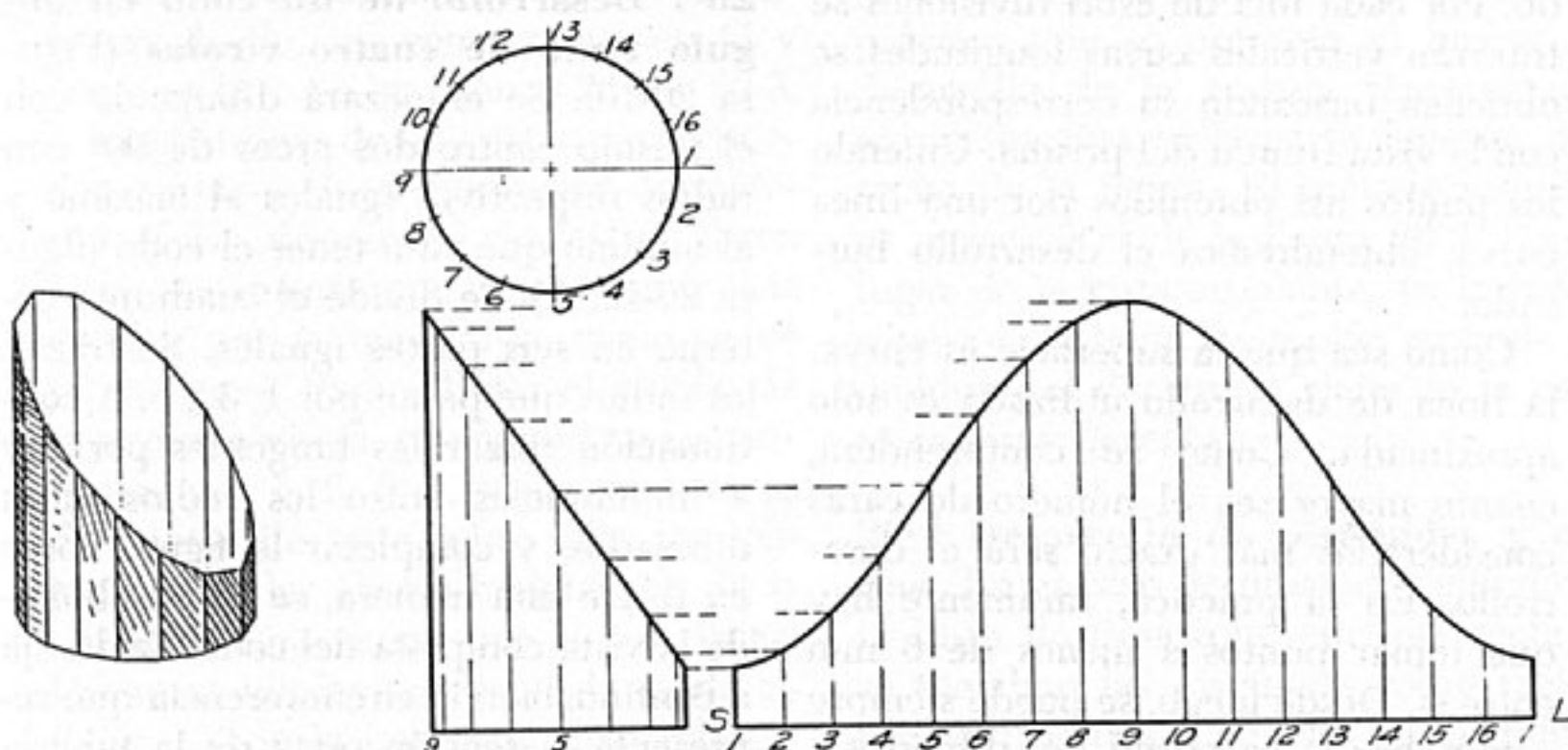


Fig. 20-8 Desarrollo de un cilindro.

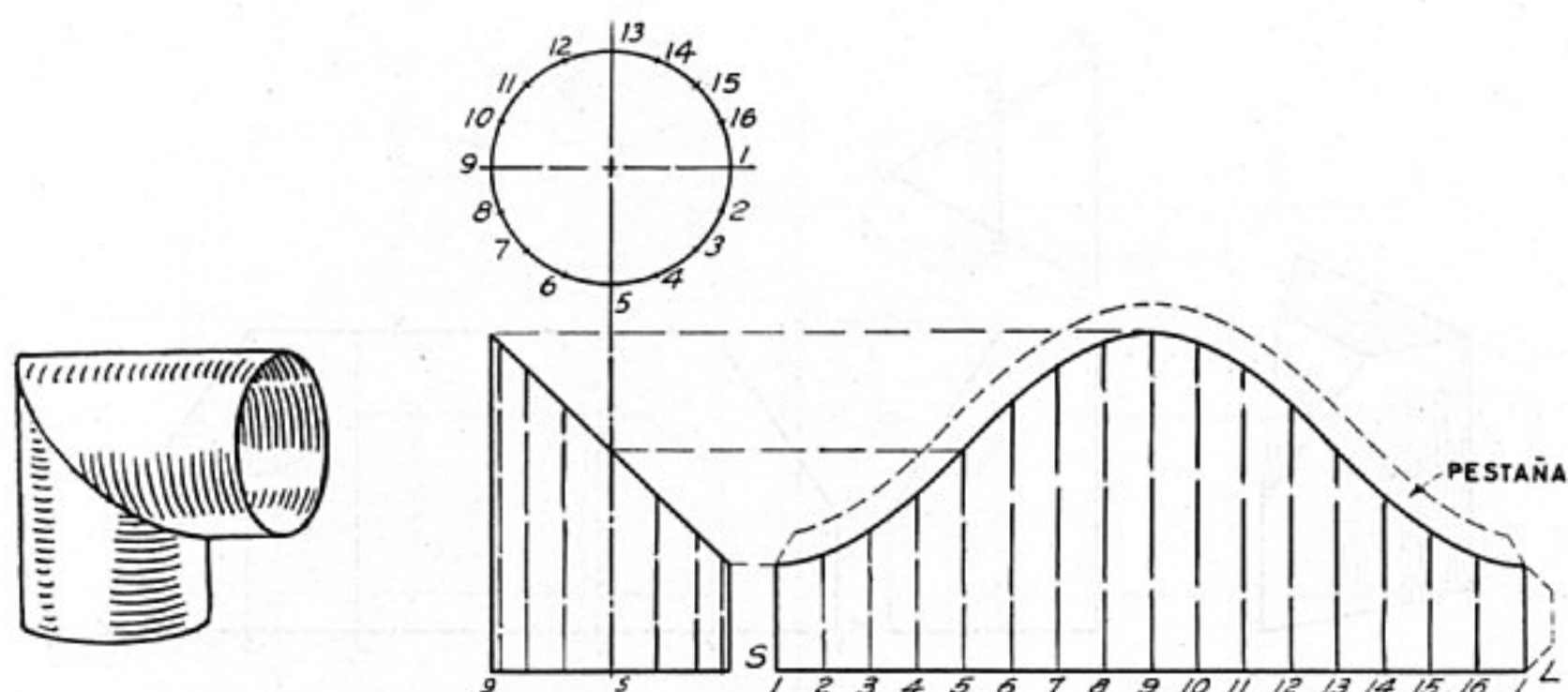


Fig. 20-9 Trazado de un codo en ángulo recto.

20.5 Desarrollo de cilindros. Hay que considerar, como ya se ha dicho, que un cilindro es un prisma cuyo número de caras laterales aumenta indefinidamente. El desarrollo del cilindro truncado de la figura 20-8 lo imaginaremos asimilado a un prisma truncado de un número infinito de caras laterales que, por comodidad, consideraremos iguales. Su línea de desarrollo la obtendremos tomando sobre una recta una longitud igual a una de ellas, tantas veces como caras se hayan considerado. Por cada una de estas divisiones se trazarán verticales cuyas longitudes se obtienen buscando su correspondencia con la vista frontal del prisma. Uniendo los puntos así obtenidos por una línea curva, obtendremos el desarrollo buscado.

Como sea que la superficie es curva, la línea de desarrollo utilizada es sólo aproximada. Como se comprenderá, cuanto mayor sea el número de caras consideradas más exacto será el desarrollo. En la práctica, raramente hay que tomar puntos a menos de 6 mm entre sí. Desde luego, se puede siempre comprobar la exactitud del dibujo, sabiendo que la base del desarrollo tiene

que ser igual a 3,1416 veces el diámetro de la base del cilindro (πd).

20.6 Desarrollo de un codo en ángulo recto de dos tubos (Fig. 20-9). El codo está formado por dos cilindros cortados por un plano a 45° , por lo que sólo es necesario desarrollar uno de ellos. La misma explicación dada para la figura 20-8 puede aplicarse a este caso. Se ha dejado una pestaña que servirá para cerrar la junta.

20.7 Desarrollo de un codo en ángulo recto de cuatro virolas (Figura 20-10). Se empezará dibujando con el mismo centro dos arcos de 90° con radios respectivos iguales al máximo y al mínimo que va a tener el codo (figura 20-10, A). Se divide el cuadrante externo en seis partes iguales. Se trazan los radios que pasan por 1, 3 y 5. A continuación trazar las tangentes por 2 y 4 limitándolas entre los radios antes dibujados, y completar la figura como en B. De esta manera, se habrá obtenido la vista completa del codo. Se dibuja a continuación la circunferencia que representa la sección recta de la tubería (con media circunferencia basta). Se

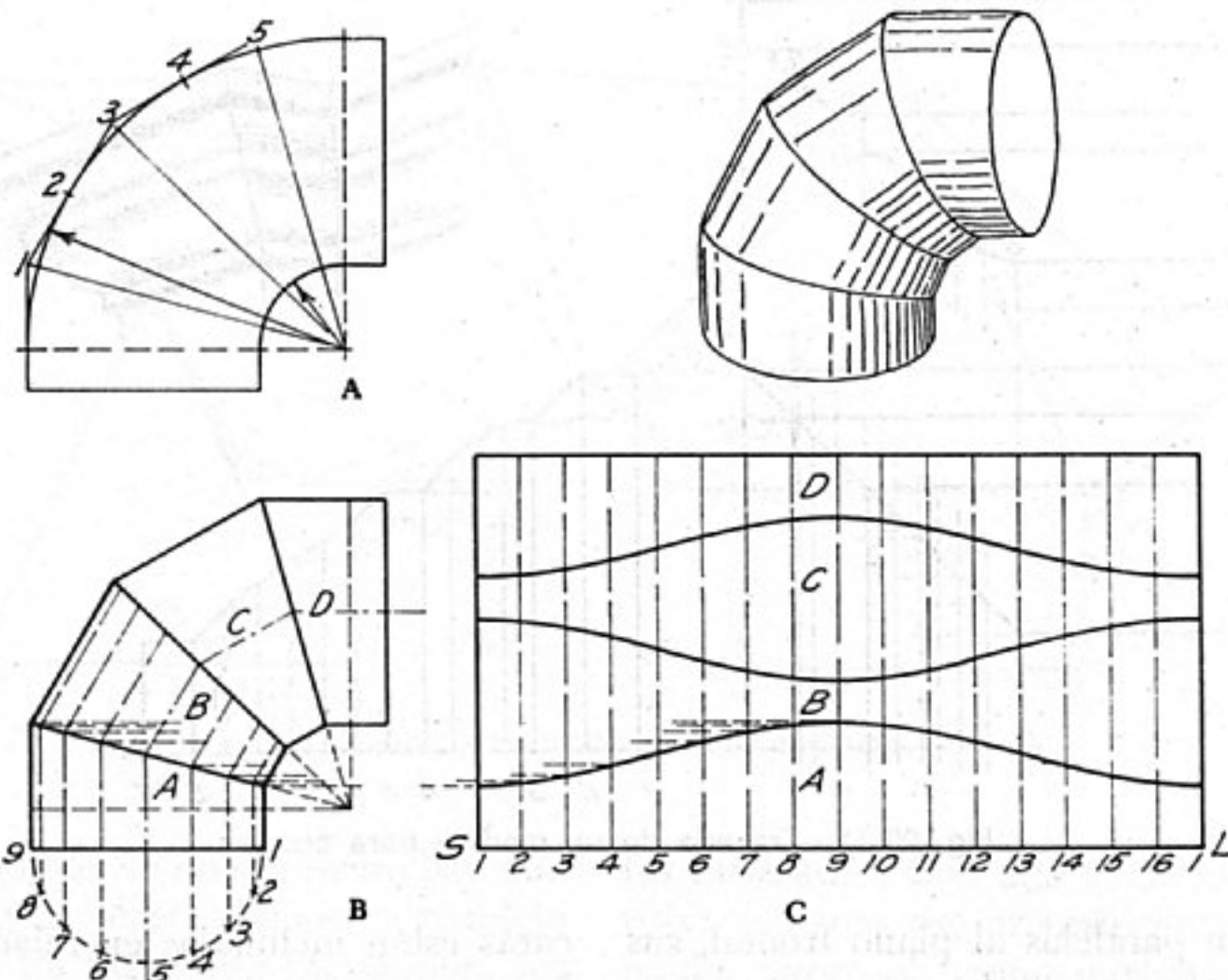


Fig. 20-10 Trazado de un codo a 4 piezas.

divide en cierto número de partes iguales y se dibuja la línea de desarrollo con las mismas partes. Desde la semicircunferencia se proyectan los puntos de división a la vista frontal para situar las aristas imaginarias. El desarrollo de la primera virola se obtiene al proyectar horizontalmente desde la vista en alzado, tal como se ve en C y como se hizo en las figuras 20-8 y 20-9.

Los patrones de las cuatro piezas pueden cortarse sin desperdicios de material si las diferentes virolas se abren alternativamente por la generatriz más corta y por la más larga, como se ve en la figura. Para dibujar el patrón de la segunda virola, prolonguense las verticales por 1, 2, 3..., y con el compás de puntas llévense sobre ellas las longitudes de las aristas imaginarias de la virola B, empezando por la más larga. Las otras virolas se trazan de modo similar. Como la curva de desarrollo es siempre igual, bastaría dibujarla una

sola vez y la misma podría servir de plantilla para los restantes trazados.

20-8 Cornisas y molduras de chapa galvanizada y cobre. Están formadas estas molduras por combinación de partes cilíndricas y prismáticas. En la figura 20-11 se ha resuelto un problema práctico que se presenta al buscar el desarrollo de la cornisa representada en perspectiva en la parte superior derecha de la figura. El método seguido es parecido al de la figura 20-8. En el lugar de la vista en planta, en la parte superior, se tiene la sección recta de la moldura; el desarrollo viene en la parte inferior derecha.

20-9 Desarrollo de pirámides y conos. En el caso de prismas y cilindros, la línea de desarrollo era una recta y se tomaban las distancias sobre rectas perpendiculares a aquella y, por tanto, paralelas entre sí. Como todas las aris-

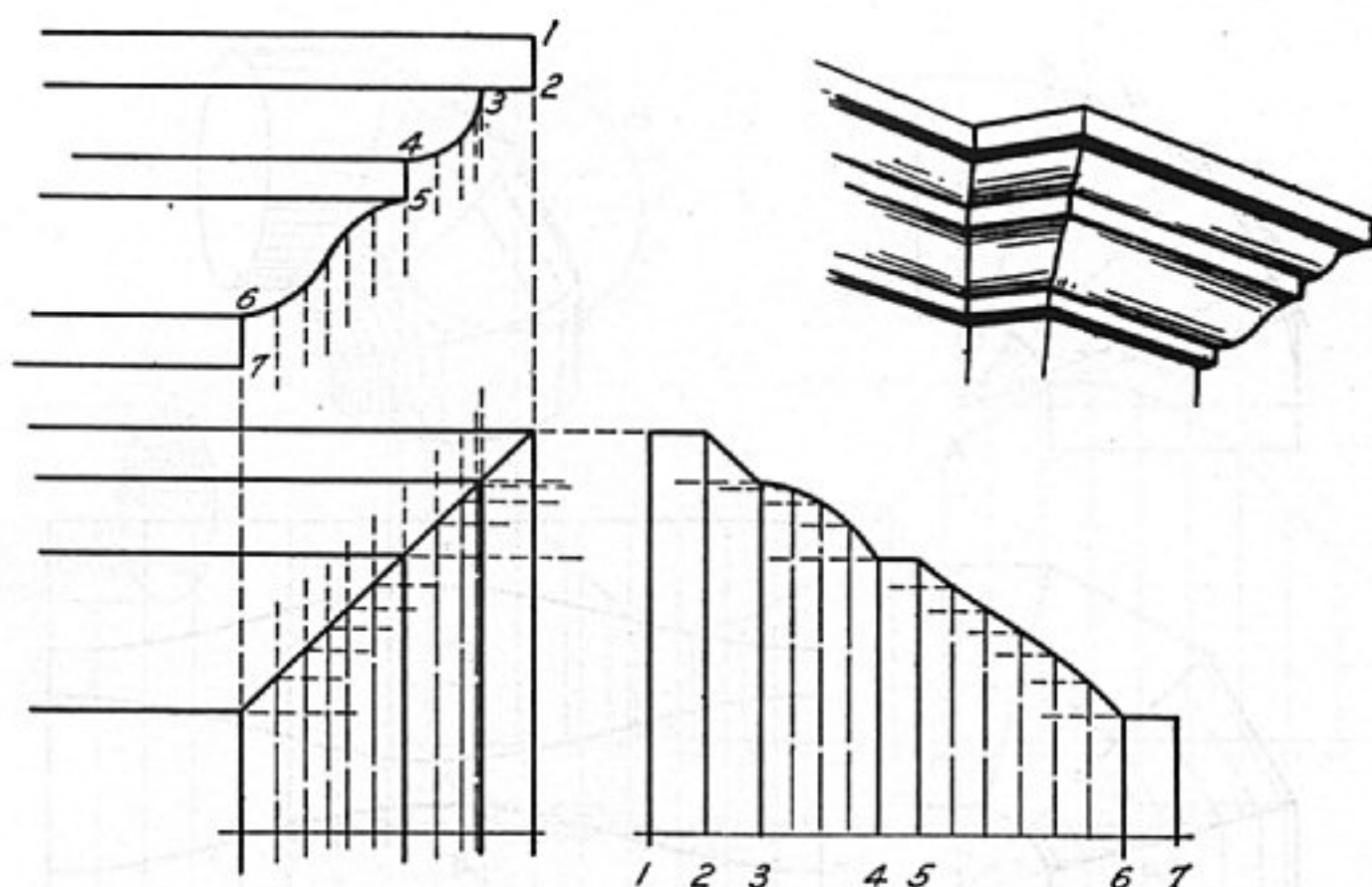


Fig. 20-11 Trazado de un modelo para cornisa.

tas eran paralelas al plano frontal, sus verdaderas longitudes aparecían siempre en la vista frontal. Las pirámides y los conos, como cualquier otro cuerpo de reducción progresiva, no se desarrollarán formando una figura rectangular, o sea que su línea de desarrollo no será una recta. Además, como las

caras están inclinadas en relación a la base, no aparecerán siempre con sus verdaderas longitudes en las vistas ortogonales.

20.10 Verdadera magnitud de la arista de una pirámide o la generatriz de un cono. Para encontrar la verda-

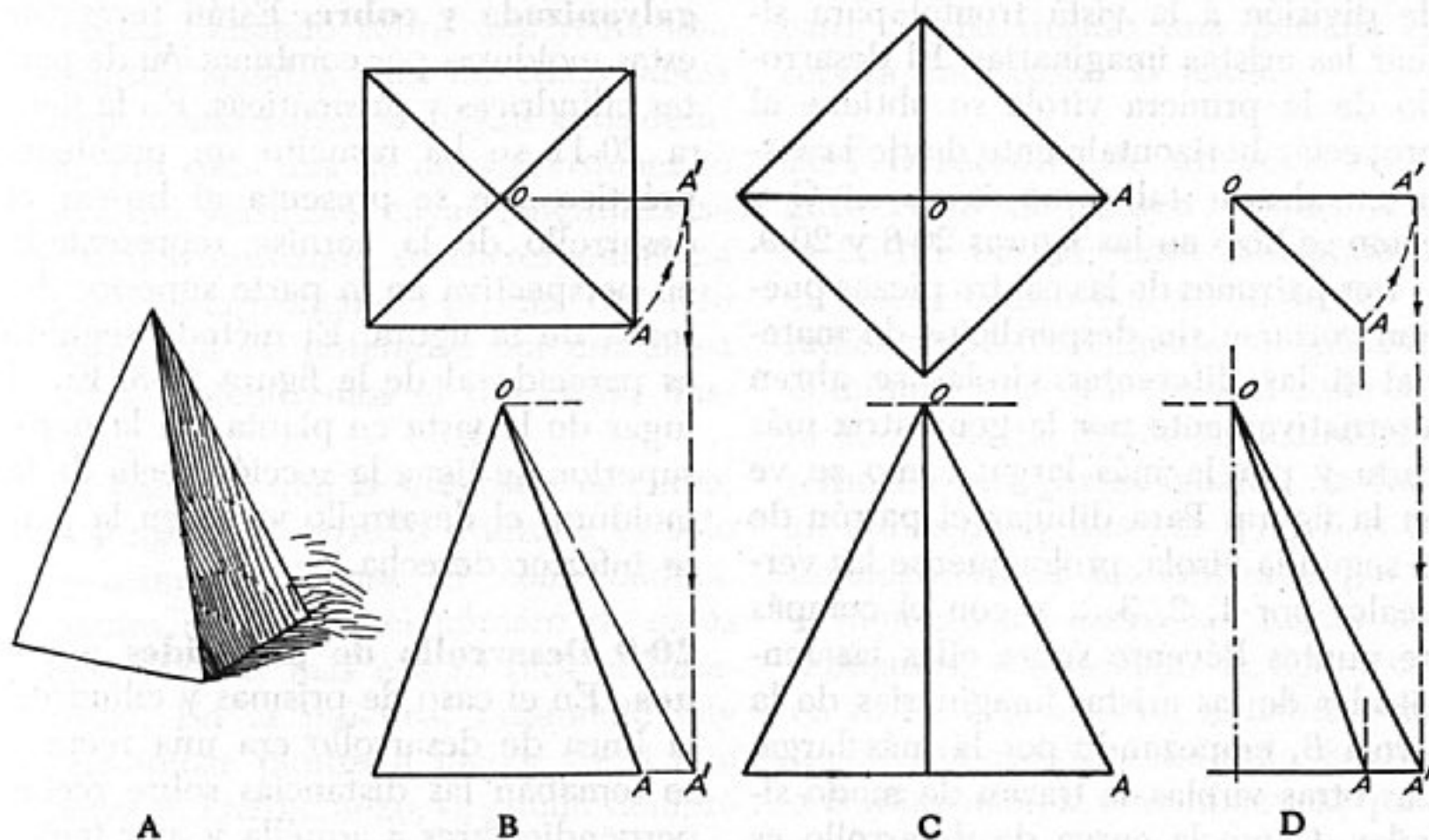


Fig. 20-12 Verdadera longitud de una recta.

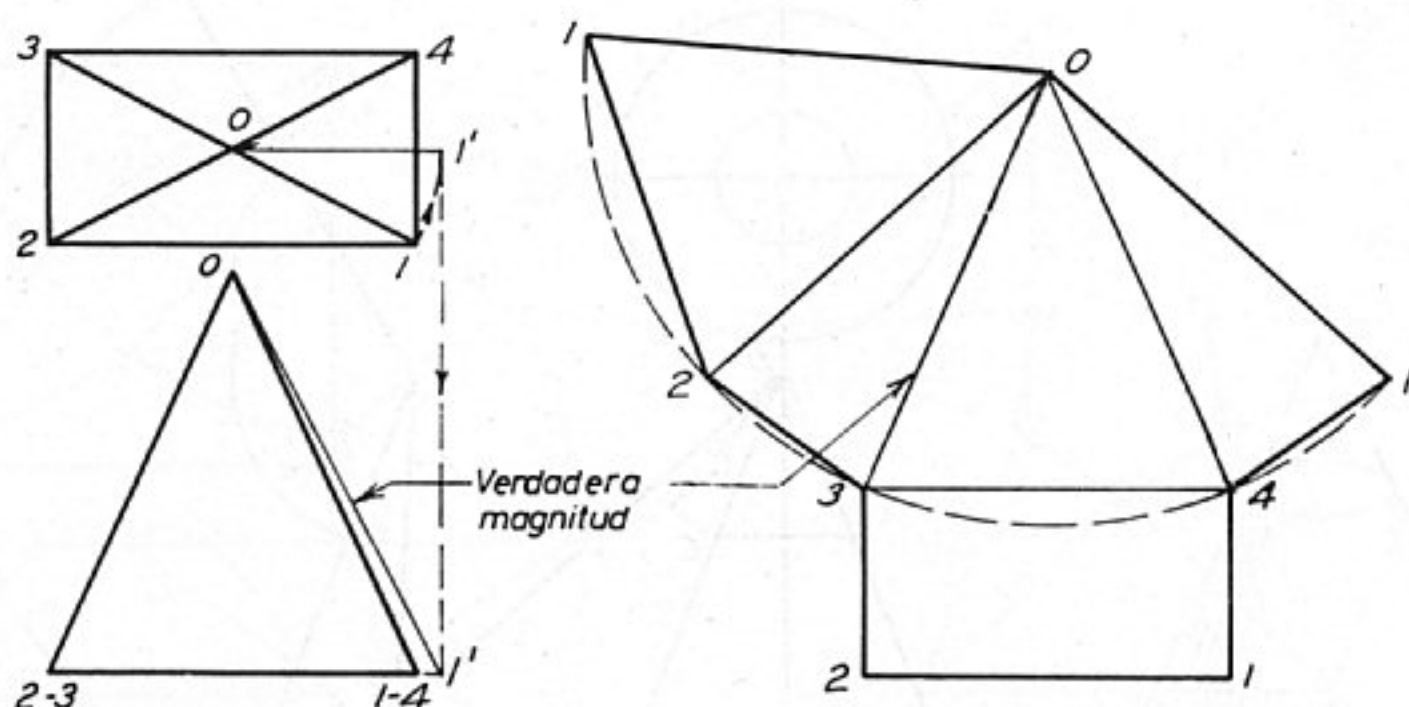


Fig. 20-13 Desarrollo de una pirámide.

dera magnitud de un segmento hay que hacerlo girar hasta colocarlo paralelo a uno de los planos de proyección. En B de la figura 20-12 se han dibujado las dos proyecciones de la pirámide A. La arista OA no se ve en ninguna de las dos en su verdadera magnitud. Sin embargo, si dibujamos las proyecciones de la pirámide en la posición de C, veremos la referida arista en verdadera magnitud en la vista frontal. Observando la figura podremos ver que, para conseguir las proyecciones dibujadas en C, se ha tenido que girar la pirámide alrededor de un eje vertical a partir de la posición que tenía en B. En D pueden verse las proyecciones de OA, antes y después del giro. Por lo tanto, para determinar la verdadera longitud de un segmento cualquiera, hay que proceder como sigue: en la vista en planta, con radio OA y centro O trazaremos un arco AA' tal que OA' sea horizontal. Se busca la proyección frontal de A' y se une con O; OA' será la verdadera longitud de OA.

20-11 Desarrollo de una pirámide rectangular (Fig. 20-13). Se busca la verdadera longitud de una de sus aris-

tas inclinadas. Con ella como radio, se traza un arco de circunferencia indefinido. Sobre él, como cuerdas, se sitúan los lados de la base (1 — 2, 2 — 3, 3 — 4 y 4 — 1). Uniendo estos puntos con el centro del arco, se tendrá el desarrollo buscado.

20-12 Conos. La superficie curvada de un cono puede suponerse compuesta, de infinito número de triángulos. El desarrollo de la superficie curvada puede obtenerse situando cada triángulo, ordenadamente, sobre una superficie plana. Obtendríamos con ello un sector de círculo, de radio igual a la generatriz del cono, y arco equivalente a la longitud de la circunferencia de la base del cono. En la figura 20-14 vemos la superficie desarrollada de un cono.

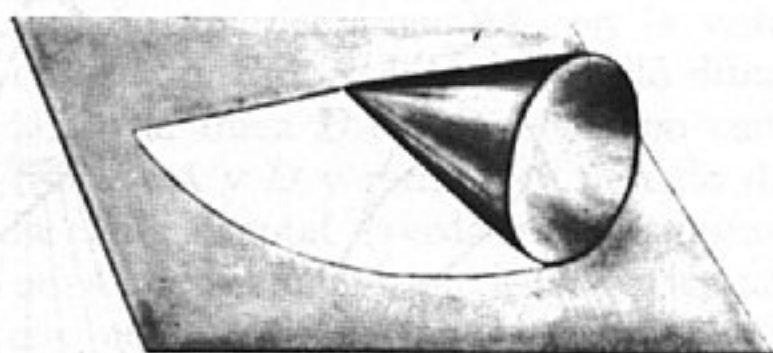


Fig. 20-14 Superficie desarrollada de un cono.

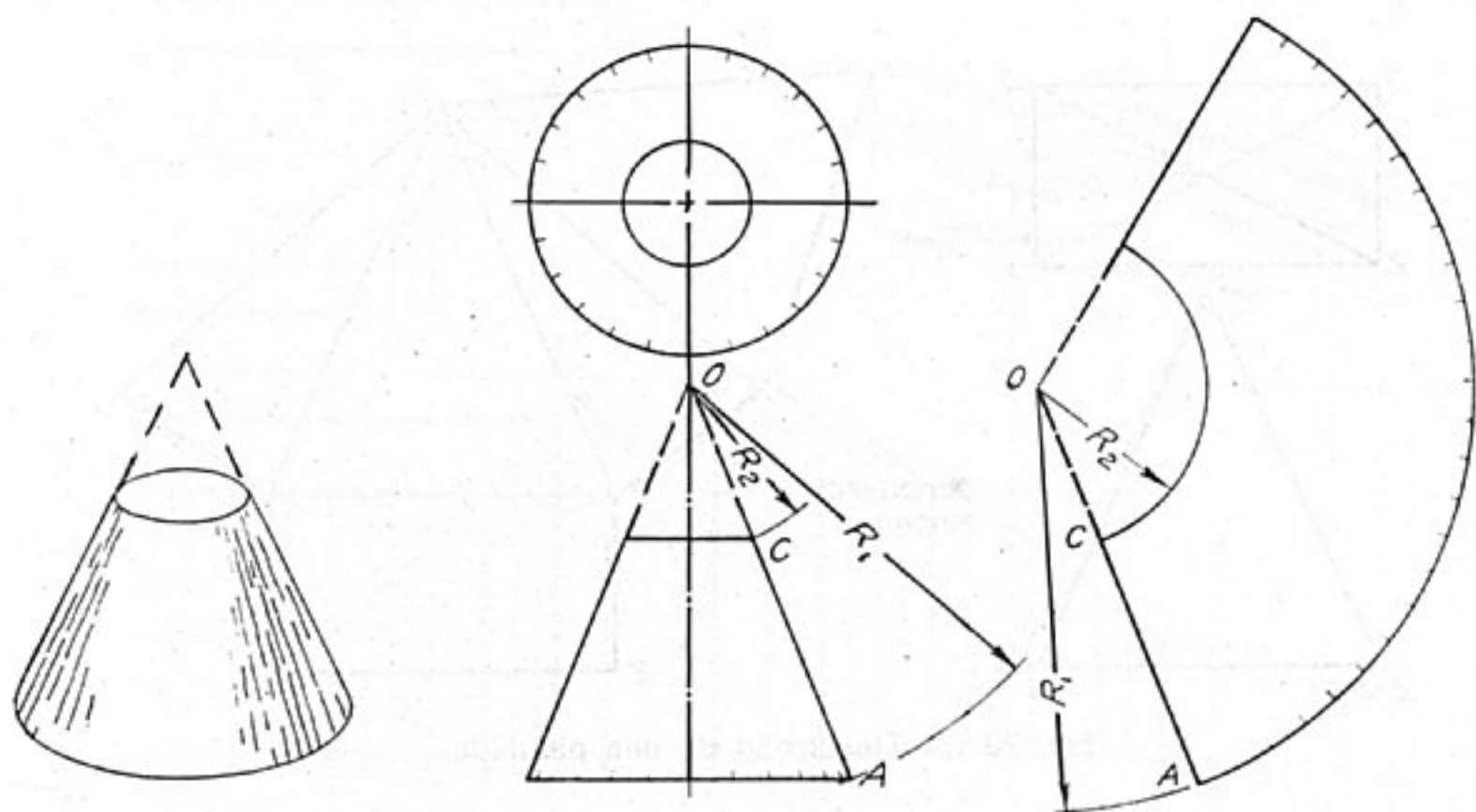


Fig. 20-15 Superficie desarrollada de un tronco de cono.

20-13 Ejemplo de desarrollo de un cono. De la figura 20-14 se desprende que la línea básica del cono es un arco de circunferencia de radio la generatriz del cono. Considerando el cono como una pirámide de muchas caras, trazar en la vista en planta el conveniente número de divisiones imaginarias, igualmente espaciadas. Tomando como radio la generatriz, vista en su verdadera magnitud en la proyección en alzado (OA en fig. 20-15), trazar un arco de

longitud indefinida que tomaremos como línea de desarrollo. Entonces, trazar las mismas divisiones y a las mismas distancias sobre el arco trazado. Unir las divisiones extremas con el centro. El sector resultante es la superficie de desarrollo buscada. Si se trata de un cono truncado con bases paralelas y normales al eje, como en la figura 20-15, para trazar el contorno de la base superior basta trazar el arco de radio OC, una vez desarrollado el cono entero.

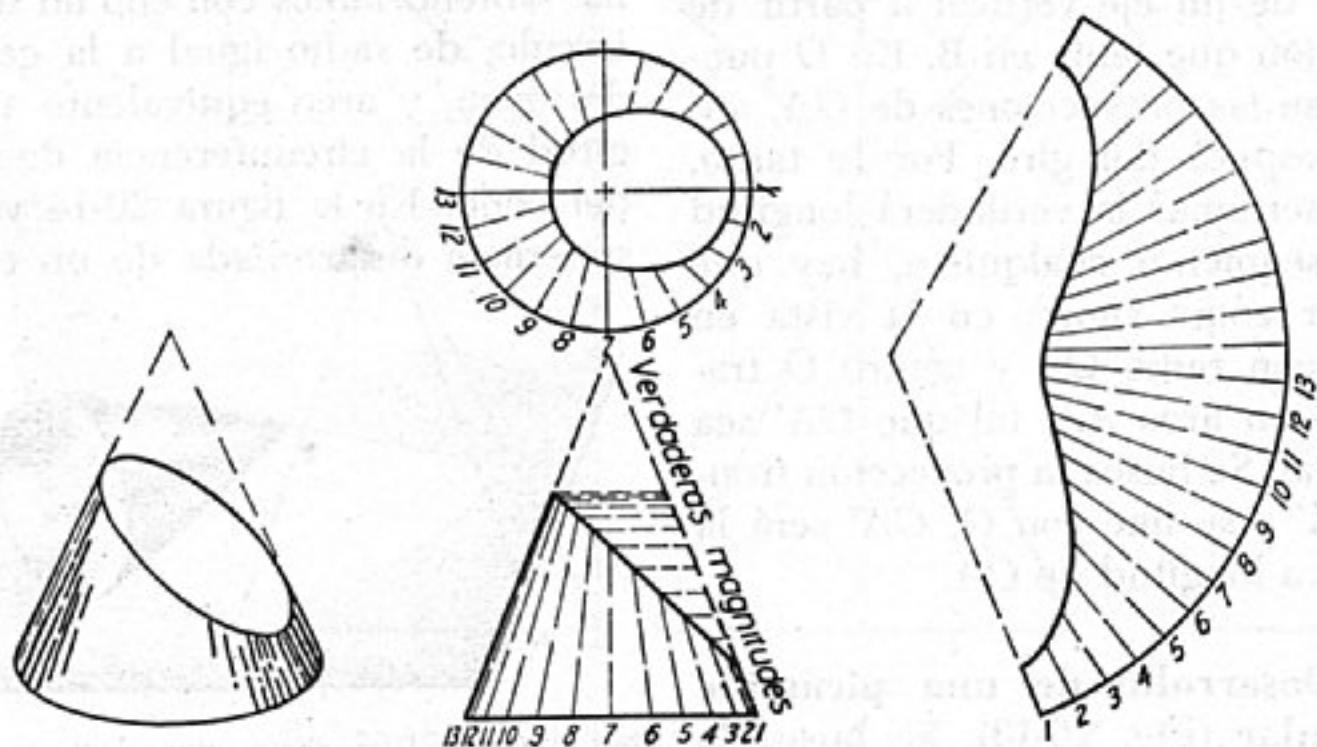


Fig. 20-16 Superficie desarrollada de un cono truncado.

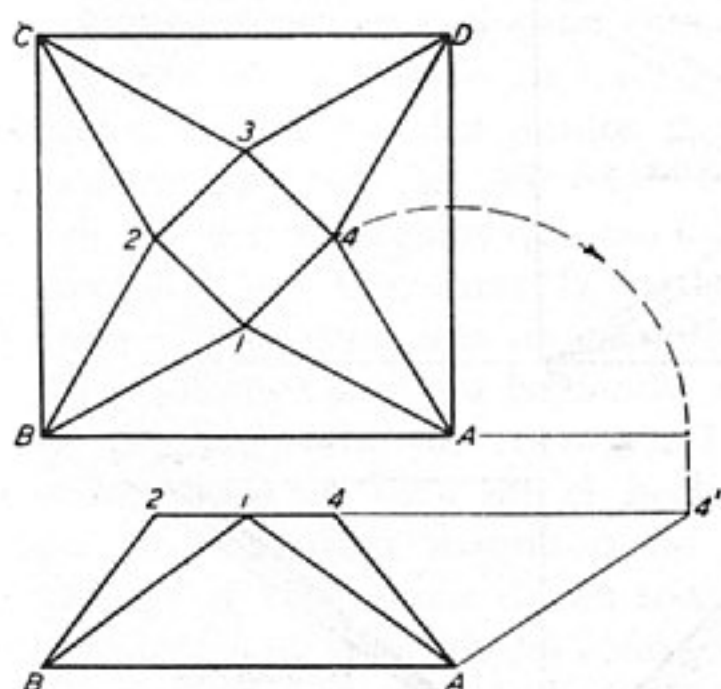
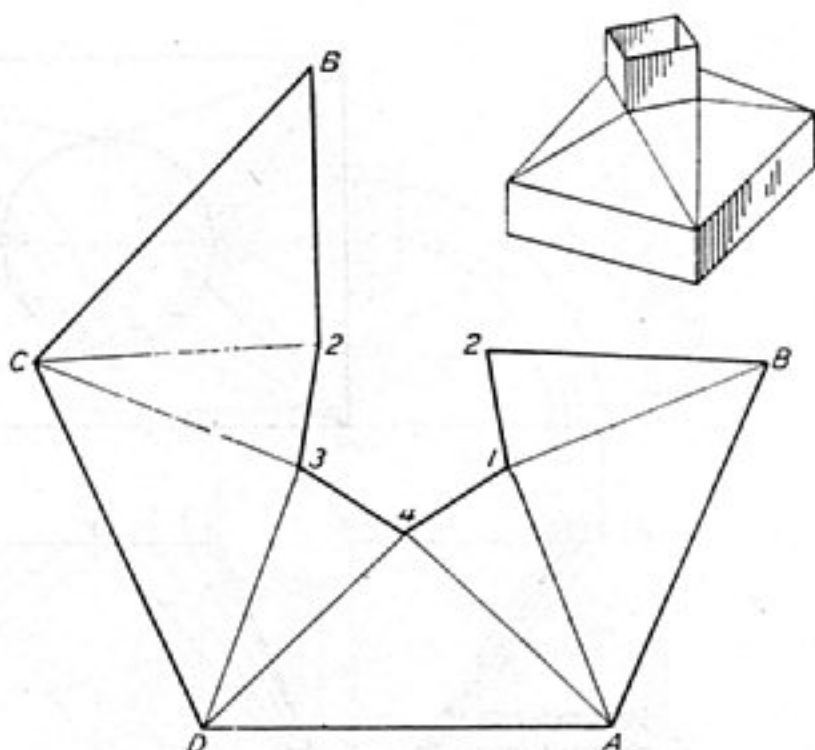


Fig. 20-17 Desarrollo de una sencilla pieza de unión de dos bocas cuadradas.

20.14 Desarrollo de un cono truncado. Si se secciona el cono según un plano no paralelo a la base, tal como en la figura 20-16, primeramente se desarrollará el cono entero, dibujando la generatriz correspondiente a cada división hecha, y se numerarán éstas. Luego debe encontrarse la verdadera magnitud de cada generatriz, desde la base al plano de corte, simplemente girando la figura alrededor del eje hasta que cada generatriz quede paralela al plano frontal o, en otras palabras, proyectándolas sobre la generatriz que se ve en verdadera magnitud en la vista en alzado. Situar las verdaderas magnitudes obtenidas sobre las líneas correspondientes del desarrollo y unir los puntos extremos mediante una curva.

20.15 Desarrollo de una pieza de unión o transición. Esta pieza sirve para conectar un conducto de una determinada forma con otro de forma distinta. Las piezas de unión se construyen con partes de distintos tipos de superficies y se hacen desarrollables por triangulación. Esta operación consiste en dividir la superficie en trián-



gulos (exacta o aproximadamente) y desarrollarla según un orden establecido.

El ejemplo de la figura 20-17 conecta dos conductos de sección cuadrada, presentando un giro relativo de 45° según el eje de la conducción. Se verá que dicha pieza se compone de ocho triángulos, cuatro de un tamaño y otros cuatro de distinto tamaño. Para dibujar la superficie desarrollada, se calcula la verdadera magnitud de cada triángulo y se sitúa en el lugar correspondiente. Las líneas 1-2, 2-3, 3-4 y 4-1 se presentan en su verdadera magnitud, así como las líneas AB, BC, CD y DA. Encontrar la verdadera magnitud de una de las líneas restantes, por ejemplo A4. Girar dicha recta hasta ponerla paralela al plano frontal: su verdadero tamaño aparecerá en A4', en la vista en alzado. Empezar el desarrollo dibujando la línea DA. Entonces con centros en A y D y radio A4', tomado de la vista frontal (verdadera magnitud de $A4 = D4 = D3$, etc.), trazar los arcos cuya intersección nos situará el punto 4 en el desarrollo. Con D como centro, trazar el arco de radio A4' que

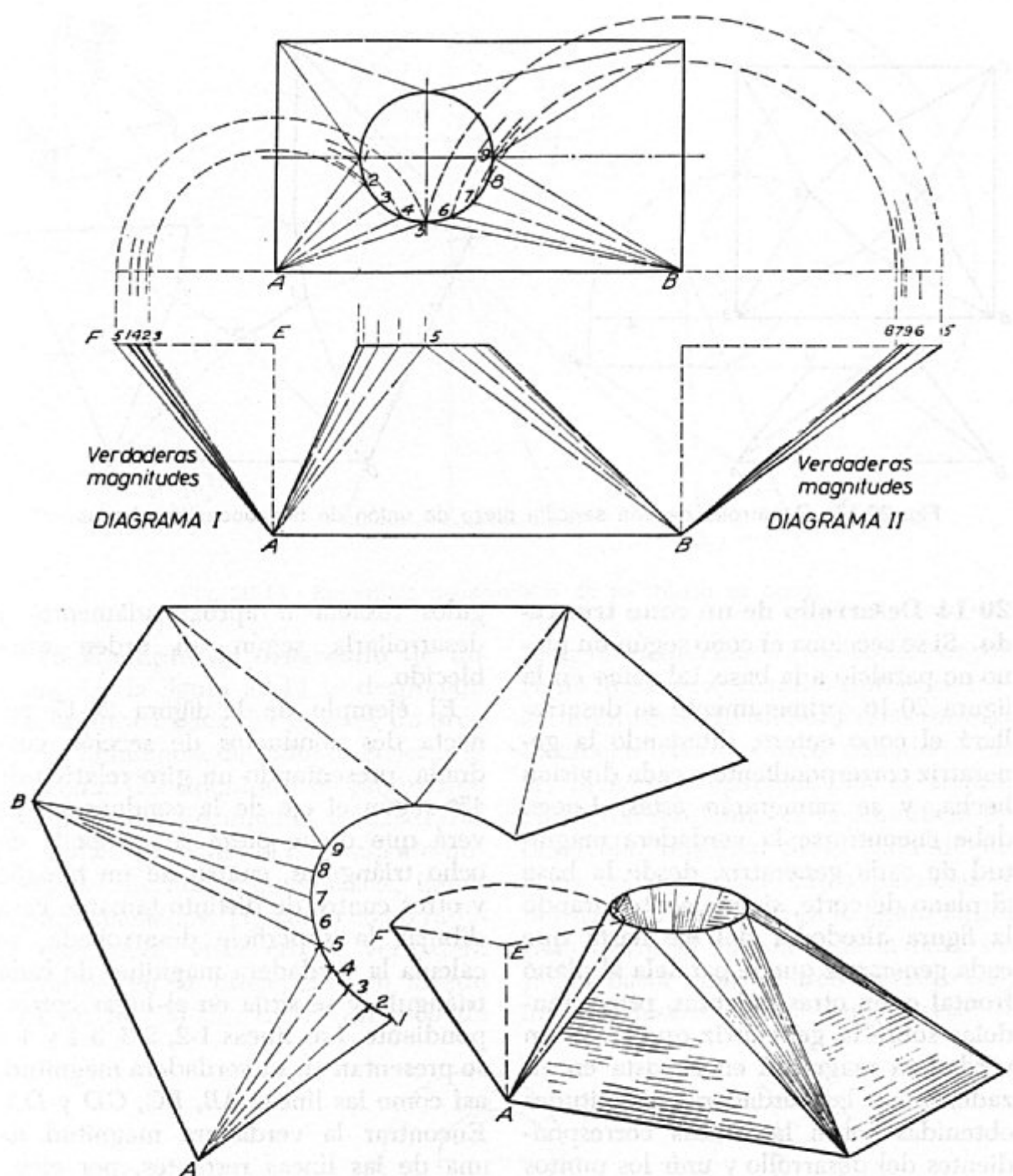


Fig. 20-18 Desarrollo de una sencilla pieza de unión entre una boca redonda y una rectangular.

cortará el arco de centro 4 y radio 4-3; quedará, por tanto, situado el punto 3. Procédase a trazar los triángulos restantes hasta que el desarrollo quede completado.

El ejemplo de la figura 20-18 sirve para unir una conducción circular a

otra rectangular. De la misma se desprende que la pieza está formada por cuatro triángulos. Entre los mismos hay cuatro partes cónicas, con los vértices en las esquinas del rectángulo que forma una base, y las bases de las partes cónicas abarcando cada una la

cuarta parte de la abertura circular.

Empezaremos por el cono cuyo vértice está en A. Dividir su base 1-5 en partes iguales con los puntos 2, 3, 4, y trazar las líneas A2, A3, A4 de forma que resulten triángulos que nos aproximen el cono. Encontrar la verdadera magnitud de cada una de estas líneas. En la práctica se logra haciendo, aparte, un diagrama, tal como en I. La construcción se basa en el hecho de que la verdadera magnitud de cada línea es la hipotenusa de un triángulo cuya altura es la altura del cono y cuya base es la longitud de la línea vista en planta.

En la vista en alzado, trazar la línea vertical AE, igual a la altura del cono. Sobre la horizontal EF tomar las distancias A1, A2, ... (En la figura se ha hecho trazando arcos de centro A hasta cortar la prolongación de AB y luego bajando perpendiculares a EF.) Unir los distintos puntos proyectados con A del diagrama I para obtener las verdaderas magnitudes. El diagrama II, construido de la misma forma, da las verdaderas magnitudes de las líneas B5, B6, ... del cono cuyo vértice está en B. Una vez contruidos los diagramas de verdaderas magnitudes, empezar a desarrollar a partir de la arista A1. Trazar una recta A1 de igual longitud que la verdadera magnitud de A1. Con centro en 1 y radio 1-2 tomado de la vista en planta, trazar un arco. Este arco deberá cortarse con el de centro A y radio igual a la verdadera magnitud de A2, y, por tanto, nos situará el punto 2 en el desarrollo. Haciendo centro en 2 y radio 2-3, trazar un arco cuya intersección con el arco de centro A y radio la verdadera magnitud de A3 nos dé el punto 3. Procederemos de igual forma para los puntos 4 y 5. Finalmente, trazaremos una curva por los puntos 1, 2, 3, 4 y 5. Encontrar

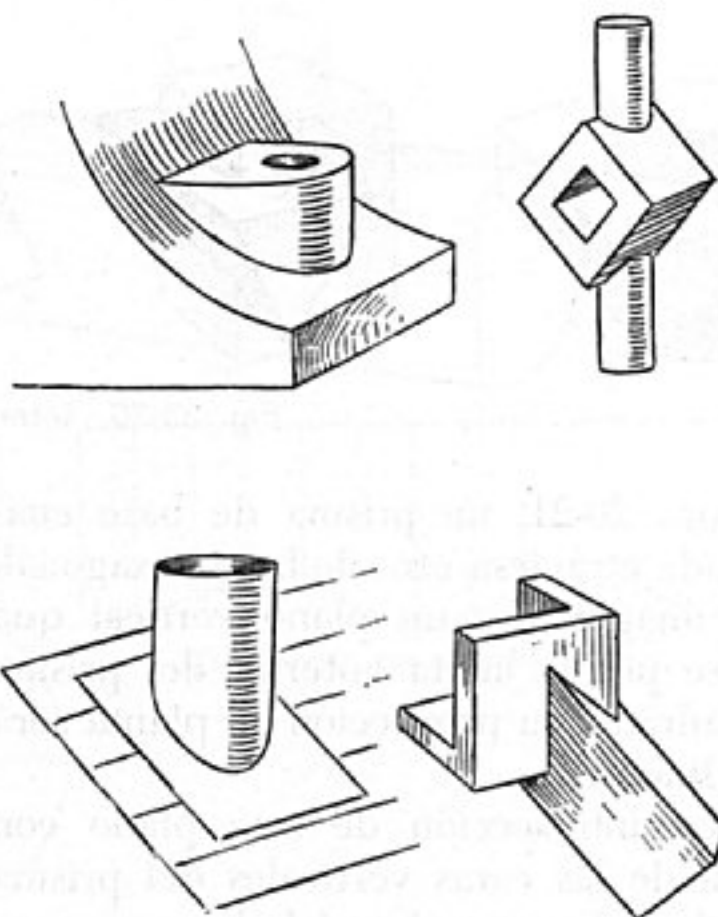


Fig. 20-19 Intersecciones.

la verdadera magnitud del triángulo A5B, y localizar el punto B en el desarrollo, por intersección de los arcos de centro A y radio AB tomado de la vista en planta, y de centro 5 con radio la verdadera magnitud de B5. Proseguir hasta que la pieza esté completa.

20-16 Intersección de superficies.

Cuando dos superficies se cortan, lo hacen por una línea común a las dos que se conoce con el nombre de *línea de intersección*. En la figura 20-19 se han dibujado algunas. Tanto al planchista como al proyectista les es indispensable saber determinar con exactitud cualquier línea de intersección que se les presente.

20-17 Intersección de prismas.

En la figura 20-20 se han dibujado varios ejemplos de intersección entre prismas.

Para determinar la intersección entre prismas, se debe empezar por dibujar las proyecciones ortogonales de los prismas secantes en su posición. En la

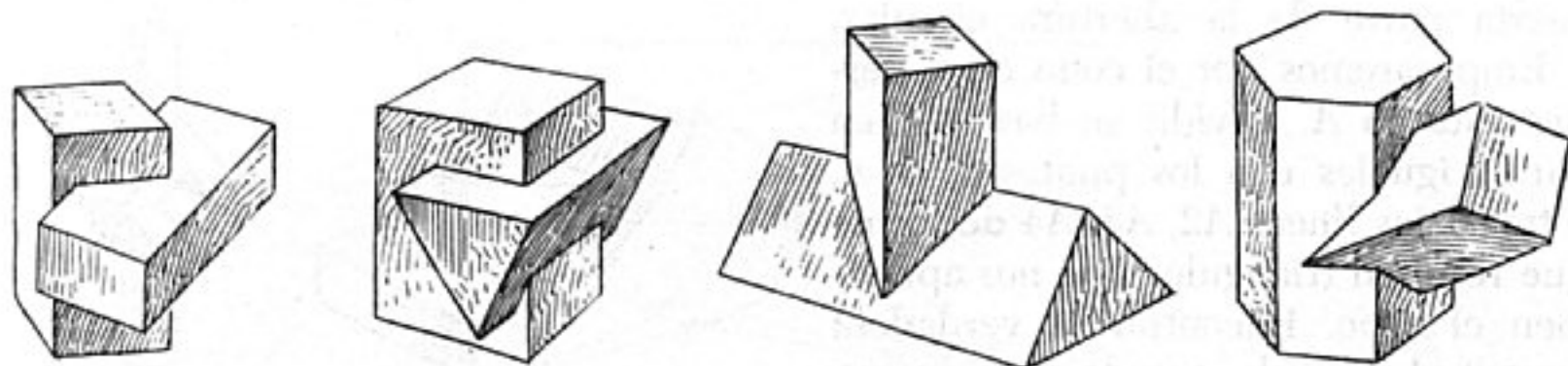


Fig. 20-20 Intersección de prismas.

figura 20-21, un prisma de base cuadrada atraviesa otro de base hexagonal. Si imaginamos un plano vertical que pase por la arista anterior del prisma cuadrado, su proyección en planta será la línea AA .

La intersección de este plano con una de las caras verticales del prisma de base hexagonal será la línea aa , que se corta con la arista anterior del prisma de base cuadrada en el punto 1. El punto 1, por pertenecer a ambos prismas, es un punto de la línea de intersección buscada. El plano BB es paralelo al plano AA y contiene una arista del prisma vertical (de base hexagonal) y otra del prisma inclinado (de base cuadrada). Por lo tanto, el punto 2 es común a ambos prismas. Por la misma razón, el punto 3 también pertenece a ambos prismas.

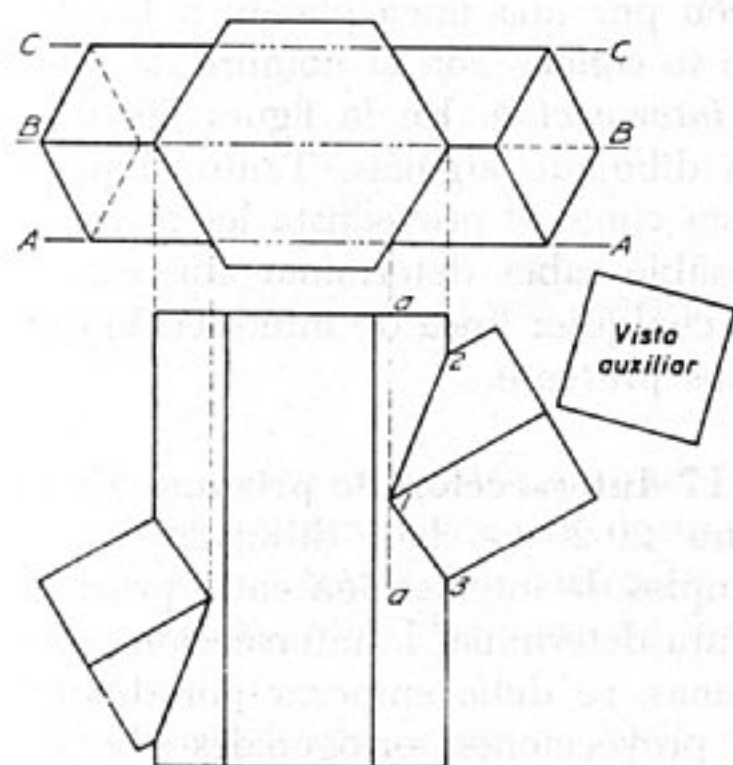


Fig. 20-21 Intersección de prismas.

Estos planos auxiliares utilizados para determinar la línea de corte de dos formas geométricas se conocen como *planos auxiliares de corte* y se usan en todos los problemas de intersecciones de cuerpos sólidos. Como norma general, para resolver los problemas de intersección de prismas, se puede decir que es conveniente considerar planos auxiliares de corte pasando por cada una de las aristas de ambos prismas. En el problema de la figura 20-22, se han empleado cuatro planos auxiliares. Los planos límites son los AA y DD , pues cualquier plano situado fuera del espacio comprendido entre ellos corta a un solo prisma.

20-18 Intersección de cilindros (figura 20-23). En este caso, como sea que los cilindros no tienen aristas, las posi-

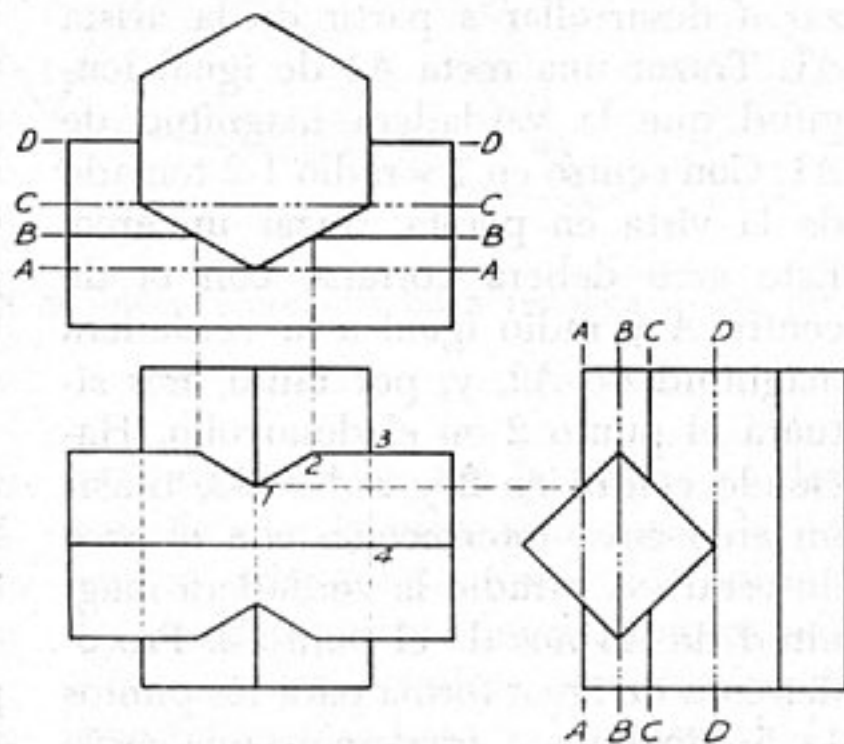


Fig. 20-22 Intersección de prismas.

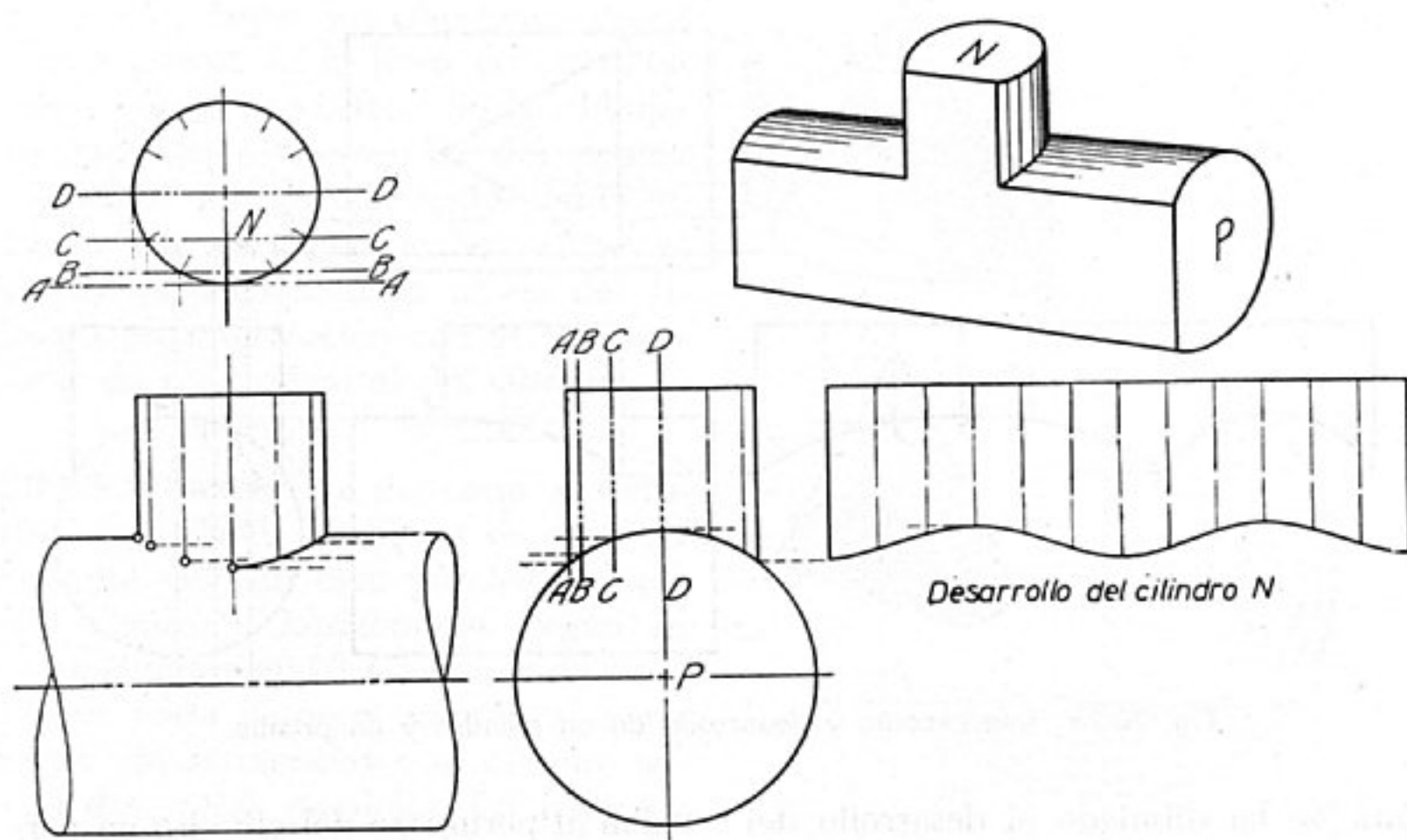
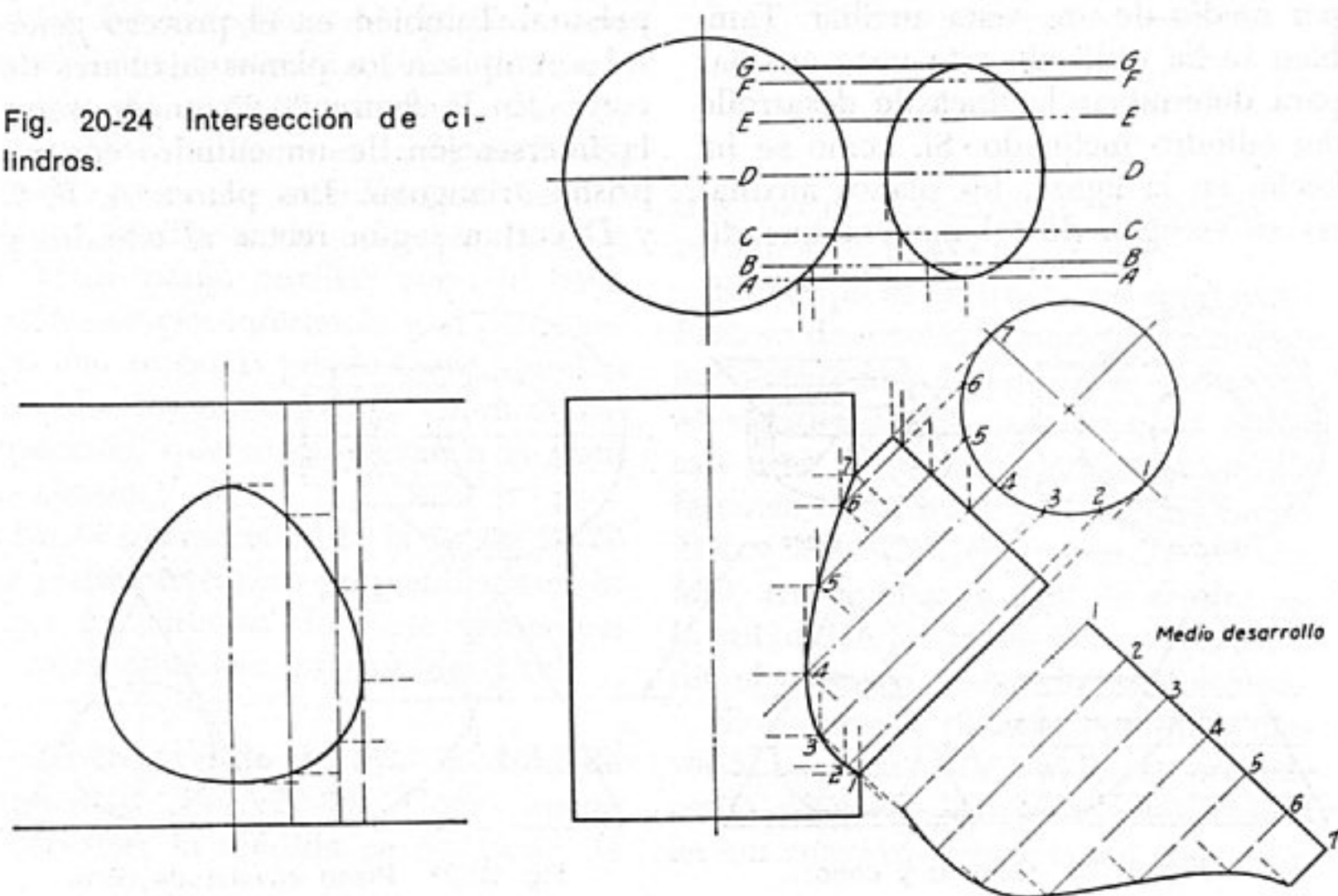


Fig. 20-23 Intersección de cilindros.

ciones de los planos auxiliares de corte deben elegirse a estima. El plano AA contiene la generatriz frontal del prisma vertical y corta al horizontal según una generatriz. El punto donde se cortan

aquellas dos líneas es un punto de la intersección de los dos cilindros. Cada plano auxiliar corta a los dos cilindros según generatrices cuya intersección pertenece a ambos cilindros. En la fi-

Fig. 20-24 Intersección de cilindros.



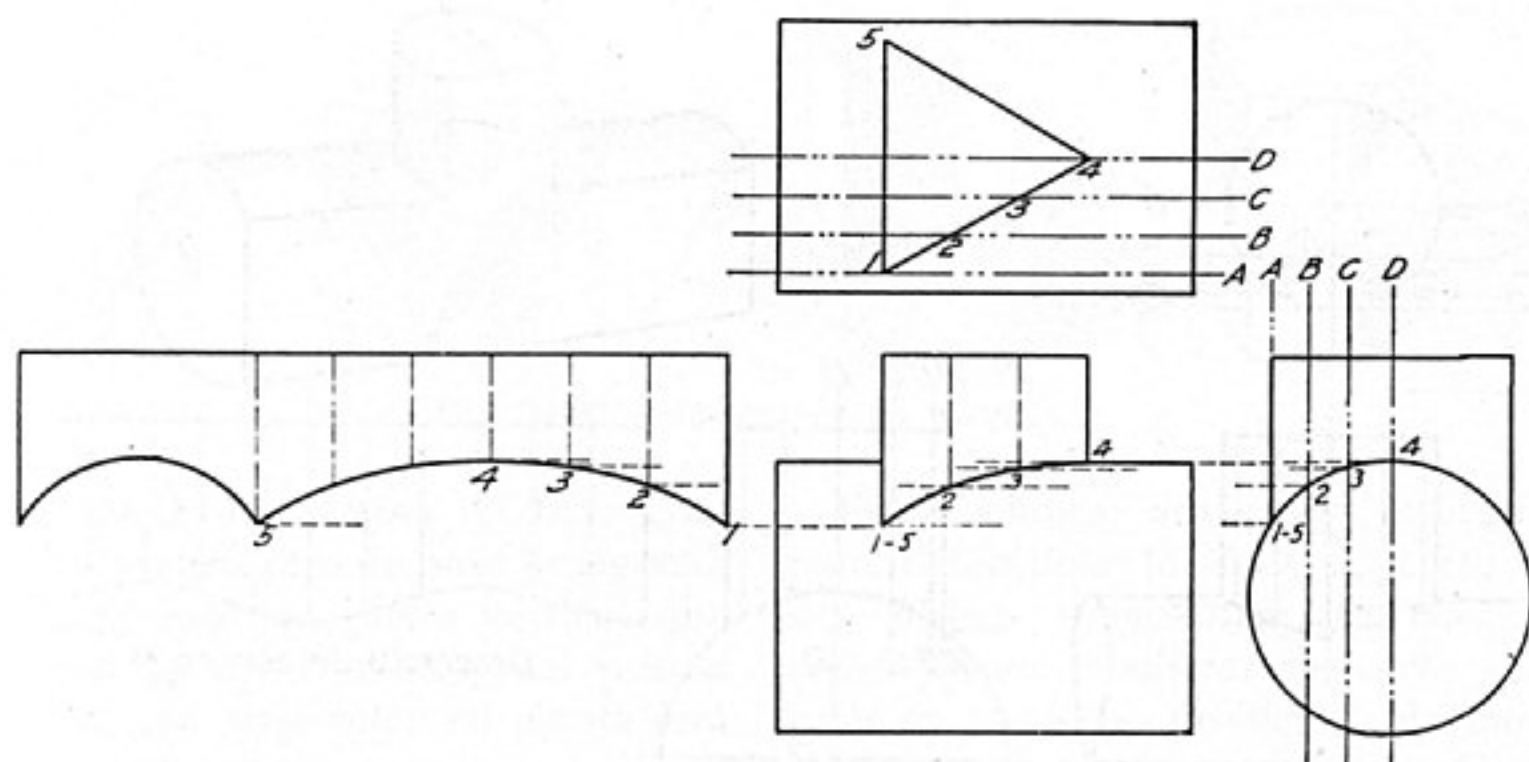


Fig. 20-25 Intersección y desarrollo de un cilindro y un prisma.

gura, se ha dibujado el desarrollo del cilindro vertical (según el método del párrafo 20.5), en el que puede verse el desarrollo de la línea de intersección de ambos cuerpos.

En la figura 20-24 se presenta el caso de intersección oblicua de dos cilindros. Como puede observarse, los planos auxiliares de corte se determinan por medio de una vista auxiliar. También se ha utilizado esta vista auxiliar para determinar la línea de desarrollo del cilindro inclinado. Si, como se ha hecho en la figura, los planos auxiliares se escogen de tal manera que di-

vidan al perímetro del cilindro en partes iguales, se tendrán ya hechas las divisiones para el desarrollo del cilindro.

La observación de la figura explica el proceso seguido para desarrollar el cilindro inclinado.

20.19 Intersección de cilindro y prisma. También en el proceso general se emplean los planos auxiliares de corte. En la figura 20-25 puede verse la intersección de un cilindro con un prisma triangular. Los planos A, B, C y D cortan según rectas al cilindro y

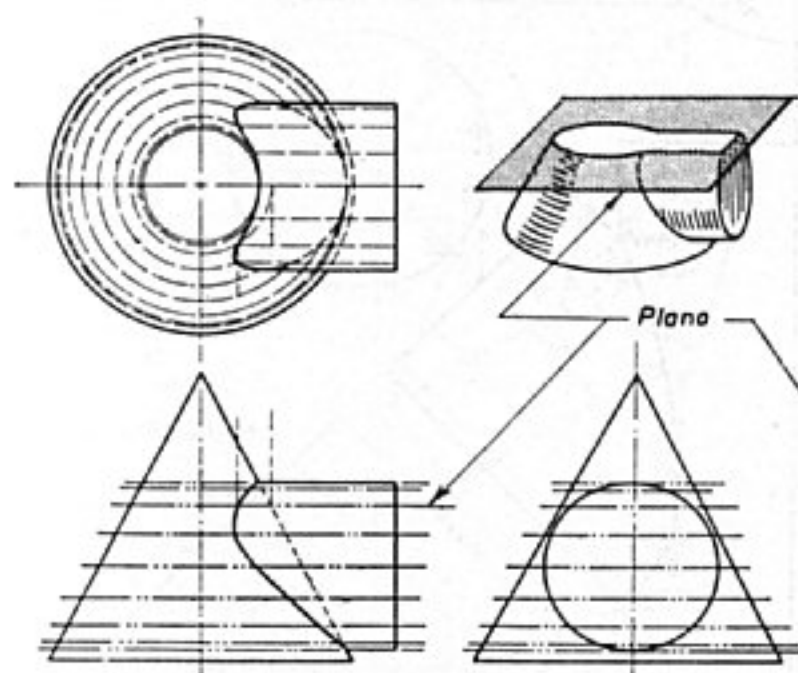


Fig. 20-26 Cilindro y cono.

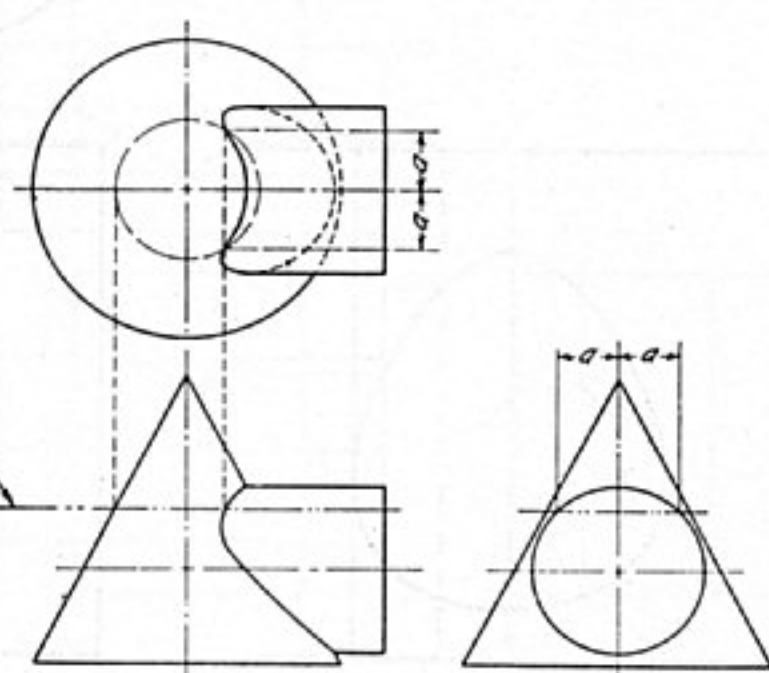


Fig. 20-27 Plano auxiliar de corte.

al prisma, cuyas intersecciones determinan puntos de la línea de corte, tal como puede apreciarse. Se ha dibujado también el desarrollo del prisma siguiendo el procedimiento indicado. Como sea que una de las caras del prisma es perpendicular al eje del cilindro, su intersección con él es circular y de radio igual al del cilindro.

20.20 Intersección de cono y cilindro. Los planos auxiliares de corte se tomarán en este caso paralelos al eje del cilindro y horizontales, según se ve en la figura 20-26. Cada uno de estos planos corta respectivamente al cono según circunferencias y al cilindro según dos rectas paralelas. La intersección de éstas con aquéllas nos da puntos de la línea de intersección. En la figura 20-27 está indicada la construcción para un solo plano auxiliar de corte. Cuantos más planos se consideren, más exacta se podrá dibujar la línea de intersección.

20.21 Intersección de planos con superficies curvas. La línea de intersección de un cono cortado por un plano MM , tal como en la figura 20-28, puede conocerse ayudándose de los planos auxiliares de corte A , B , C y D . Cada plano auxiliar corta al cono según una circunferencia y al plano según una recta. Y, por lo tanto, quedan definidos los puntos de la curva de intersección, que se proyectan a la vista en alzado.

En la intersección de la figura 20-29 los planos se trazan perpendiculares al eje y los círculos de corte vienen en la representación inferior derecha.

20.22 Desarrollo de una medida de capacidad (Fig. 20-30). Como puede observarse, la medida se compone de

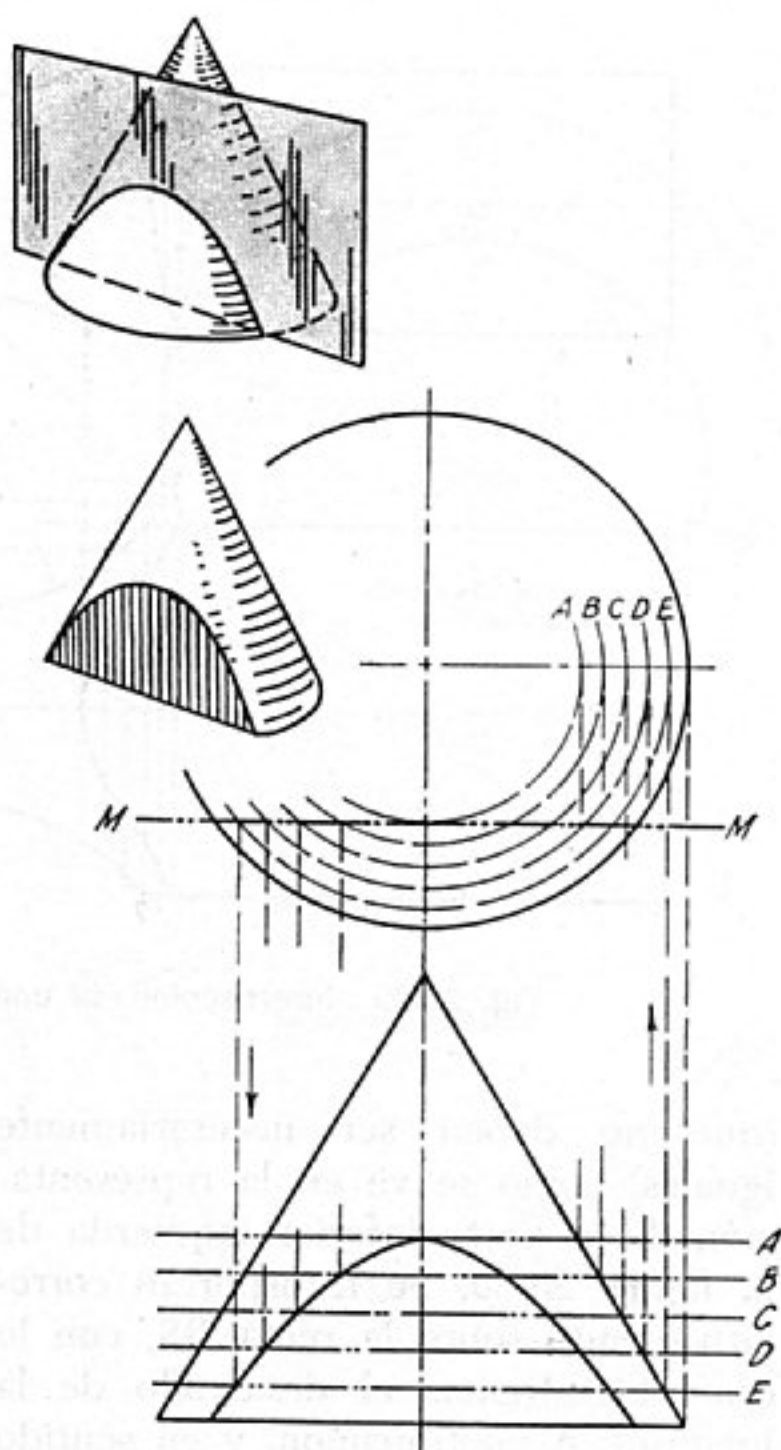


Fig. 20-28 Cono y plano.

tres partes principales: el cuerpo, el vertedero y el asa.

El cuerpo es un tronco de cono recto. Para su desarrollo, completar en primer lugar el cono. Luego, con centro en M y radio MN , trazar un arco. Sobre este arco, llevar la mitad de la circunferencia de la base, y trazar los radios MK y ML . Con centro en M y radio MD , trazar el arco PQ . Se tendrá así la mitad del desarrollo del cuerpo. Añadir el material necesario para solapes.

El asa es una plancha cortada y curvada, para cuyo desarrollo se procede como sigue: se empieza por dividirla en un número determinado de partes

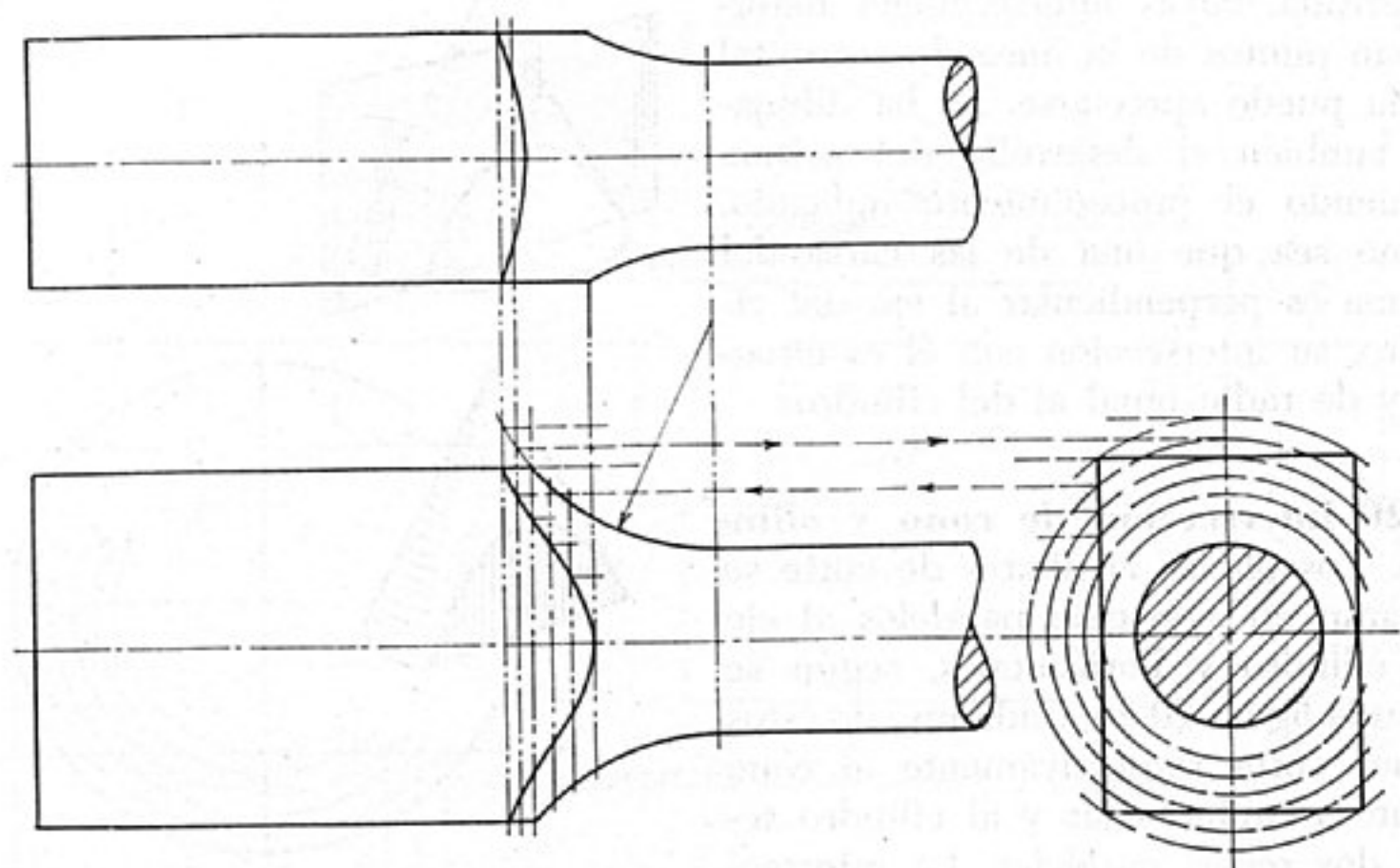


Fig. 20-29 Intersección de una superficie plana y otra torneada.

(que no deben ser necesariamente iguales) como se ve en la representación de la parte inferior izquierda de la figura 20-30. Se transportan correlativamente sobre la recta RS , con lo que obtendremos el desarrollo de la longitud. A continuación, y en sentido perpendicular a RS , se toman a ambos lados de la misma, en R , longitudes iguales a la mitad del ancho del asa en su parte superior, y en S sendas cantidades iguales a la mitad del ancho del asa en su parte inferior. Uniendo con rectas los puntos así obtenidos tendremos dibujado el desarrollo del asa. El desarrollo adecuado para el vertedero requeriría el trazado de líneas por cada punto y encontrar la longitud de cada una, como se explicó para el cono truncado (Fig. 20-16). En la práctica se resuelve de la siguiente forma: en la línea de centros oa trazar un arco de radio OA , y llevar a uno y otro lado las divisiones correspondientes a media circunferencia de la boca del cuerpo del recipiente (*dad*). Trazar

el radio od . Prolongar oa en $ac = AC$, y od en $de = DE$, que se tienen en la vista en alzado. Trazar ce y su mediatriz hasta cortar la línea de centros en g . Haciendo centro en g y radio gc , trazar el arco ece para completar la pieza. Añadir el material necesario para las costuras y rebordeados.

20-23 Costuras y solapas. La base del dibujo de piezas en plancha son los conocimientos explicados para conseguir los desarrollos. Aparte de estos conocimientos, es importante saber los principios que rigen para la práctica del rebordeado, el cosido y doblado, así como los excesos a dar para estas operaciones. Los bordes libres de las piezas de plancha se suelen reforzar con rebordes con ánima de alambre como en A de la figura 20-31. El exceso necesario se acostumbra a dar en una cantidad igual a $2\frac{1}{2}$ veces el diámetro del alambre. También se suelen reforzar los bordes con dobleces. En B y C de la misma figura 20-31 pue-

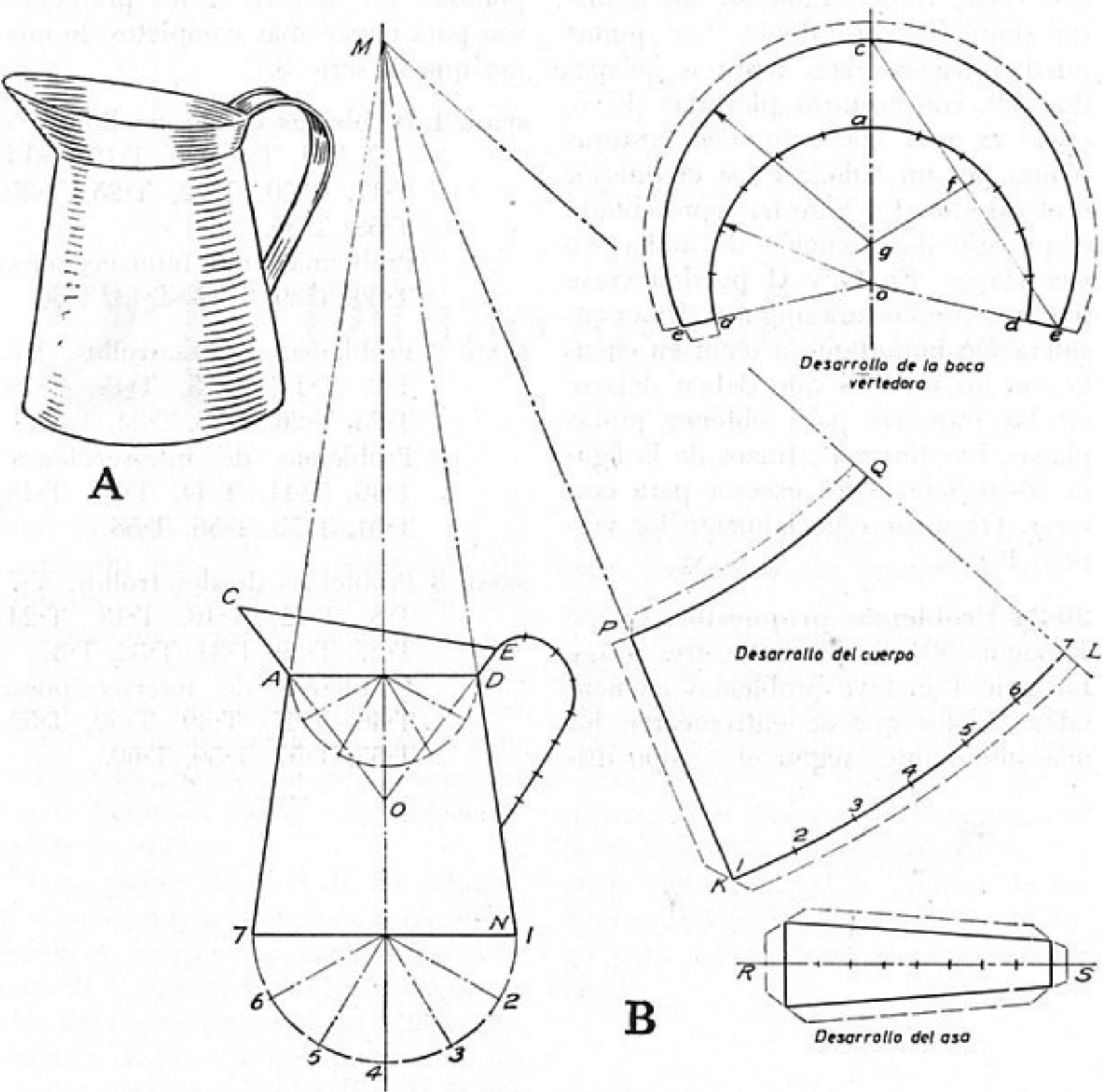


Fig. 20-30 Modelo de una medida de capacidad.

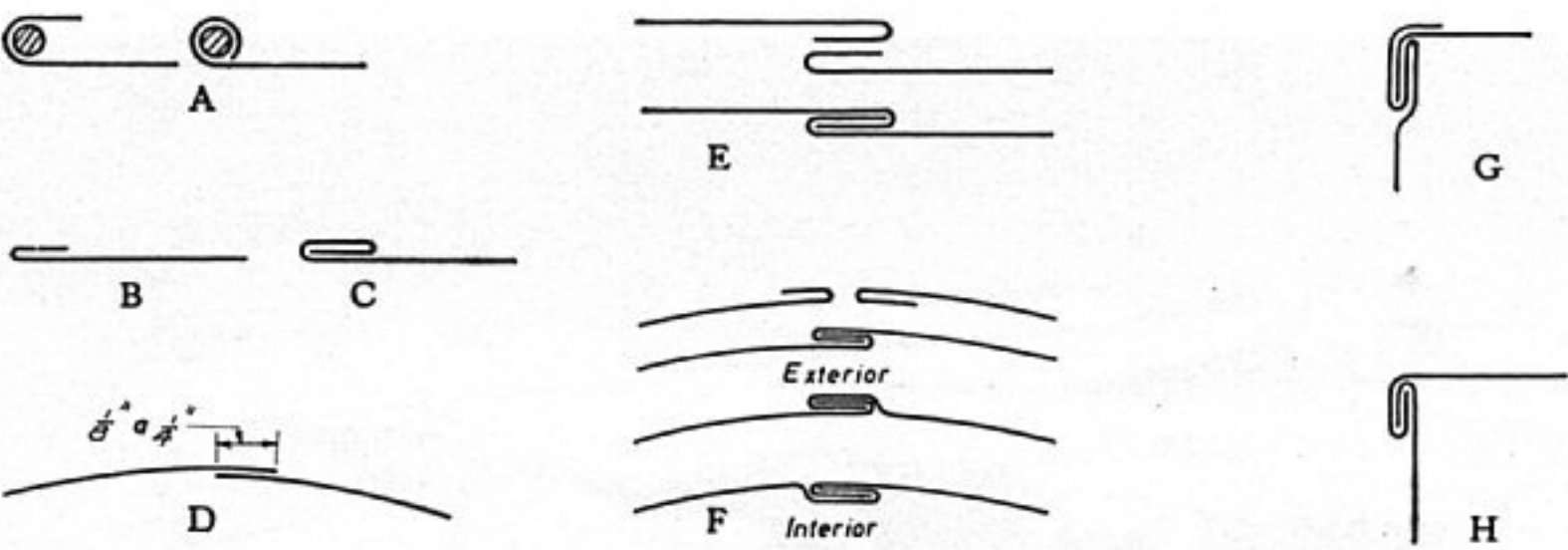


Fig. 20-31 Formas de alambres, costuras y solapas.